

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ПРИЛАДОБУДІВНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ВИРОБНИЦТВА ПРИЛАДІВ**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Тимчик Г.С.

«__» _____ 2019 р.

**Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра
з напрямку підготовки 6.051003 «Приладобудування»
на тему: «Дільниця цеху складання безпілотного літального апарату»**

Виконав (-ла):

студент (-ка) IV курсу, групи ПБ-51

Карасьов Павло Ігорович _____

Керівник:

Старший викладач, кандидат технічних наук

Стельмах Н.В.

Консультант з назва розділу:

Посада, науковий ступінь, вчене звання,

Прізвище, ініціали _____

Рецензент:

Асистент, кандидат технічних наук _____

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Приладобудівний факультет

Кафедра виробництва приладів

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки (програма професійного спрямування) – 6.051003
«Приладобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Тимчик Г.С.

«__» _____ 2019__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студента

Карасьова Павла Ігоровича

1. Тема проекту «Дільниця цеху складання безпілотного літального апарату», керівник проекту Стельмах Наталя Володимирівна, кандидат технічних наук, затверджені наказом по університету від «27» травня 2019 р. №1384-с.

2. Термін подання студентом проекту _____

3. Вихідні дані до проекту: креслення безпілотного літального апарату та програма випуску – 2000 шт.

4. Зміст пояснювальної записки:

У технологічній частині дипломного проекту приведено опис безпілотного літального апарату, розглянуто його основні фізичні та експлуатаційні характеристики. Було виконано оцінку рівня технологічності приладу та представлено технологічний процес складання у вигляді технологічної схеми складання і структурної схеми складання. Технологічний процес складання був змодельований в автоматизованому режимі засобами САПР «АДЕМ». Також було визначено тип виробництва, що дозволили виконати оптимальне проектування цеху складання.

У конструкторській частині проекту виконано розробку пристосувань для складання та обробки окремих деталей та вузлів даного приладу і приведені відповідні розрахунки. Була також спроектована ділянка цеху складання приладу, приведені основні розрахунки для проектування та обрано необхідну кількість обладнання.

5. Перелік графічного матеріалу:

- Безпілотник ДПБР.ПБ5107.1702.001
- Крило ДПБР.ПБ5107.1702.002
- Технологічний процес виготовлення безпілотного літального апарату ДПБР.ПБ5107.1702.003
- ССС безпілотного літального апарату ДПБР.ПБ5107.1702.004
- ТСС безпілотного літального апарату ДПБР.ПБ5107.1702.005
- Стапіль для складання крила ДПБР.ПБ5107.1702.006
- Свердлильне пристосування ДПБР.ПБ5107.1702.007
- Ділянка цеху складання безпілотного літального апарату ДПБР.ПБ5107.1702.008
- Деталювання ДПБР.ПБ5107.1702.009

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналітичний огляд		
2	Технологічна частина		
3	Креслення 1 частини		
4	Конструкторська частина		
5	Креслення 2 частини		
6	Деталювання		
7	Технологічні карти		
8	Оформлення ДП		

Студент

Карасьов П.І.

Керівник проекту

Стельмах Н.В.

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A1		Завдання на дипломний проект	1	
2	A4	ДПБР.ПБ5107.1702.001 ПЗ	Пояснювальна записка		
3	A1	ДПБР.ПБ5107.1702.001ТК	Безпілотний літальний апарат	1	
4	A1	ДПБР.ПБ5107.1702.002ТК	Крило СК	1	
5	A1	ДПБР.ПБ5107.1702.003ТК	Технологічний процес виготовлення безпілотного літального апарату	1	
6	A1	ДПБР.ПБ5107.1702.004ТК	ССС безпілотного літального апарату	1	
7	A1	ДПБР.ПБ5107.1702.005ТК	ТСС безпілотного літального апарату	1	
8	A1	ДПБР.ПБ5107.1702.006ТК	Стапіль для складання крила	1	
9	A1	ДПБР.ПБ5107.1702.007ТК	Свердлильне пристосування	1	
10	A1	ДПБР.ПБ5107.1702.008ТК	Ділянка цеху складання безпілотного літального апарату	1	
11	A1	ДПБР.ПБ5107.1702.009ТК	Деталювання	1	
				ДПБР.ПБ5107.1702.001	
	ПБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проекту	
Розробн.	Карасьов П.І.				
Керівн.	Стельмах Н.В.				
Консульт.					
Н/контр.					
Зав.каф.					
				Лист	Листів
				1	1
				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВП Гр. ПБ-51	

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Дільниця цеху складання безпілотного
літального апарату»**

Київ – 2019 року

Анотація

Складання є завершальним етапом у виробничому процесі виготовлення виробів. Якість складальних робіт суттєво впливає на експлуатаційні характеристики приладів, надійність їх роботи і довговічність.

Темою даного диплому є проектування ділянки цеху складання безпілотного літального апарату.

Дипломний проект складається з пояснювальної записки та графічної частини у вигляді креслень. Пояснювальна записка складається з двох частин: технологічної та конструкторської.

У технологічній частині дипломного проекту приведено опис безпілотного літального апарату, розглянуто його основні фізичні та експлуатаційні характеристики, а також принцип його роботи. Було виконано оцінку рівня технологічності приладу та представлено технологічний процес складання у вигляді технологічної схеми складання і структурної схеми складання. Технологічний процес складання був змодельований в автоматизованому режимі засобами САПР «АДЕМ». Результати такого моделювання у вигляді маршрутно-операційної технології наведено у додатках. Також було визначено тип виробництва, що дозволили виконати оптимальне проектування цеху складання.

У конструкторській частині проекту виконано розробку пристосувань для складання та обробки деталей та вузлів даного приладу і приведені відповідні розрахунки. Була також спроектована ділянка цеху складання приладу, приведені основні розрахунки для проектування та обрано необхідну кількість обладнання.

Annotation

Formation is the final stage in the production process of manufacturing products. The quality of assembly works affects the performance of the devices, their reliability and durability.

The topic of this diploma is the design of a workshop assembly site for the unmanned aerial vehicle.

The diploma project consists of an explanatory note and graphic material in the form of drawings. Explanatory note consists of two parts: technological and design.

In the technological part of the diploma project the description of the unmanned aircraft is described, its basic physical and operational characteristics, as well as the principle of its operation are considered. An assessment was made of the level of technological capability of the device and the technological process of assembly was presented in the form of a technological scheme of assembly and a structural scheme of assembly. Technological process of assembly was modeled in automated mode by means of CAD "ADEM". The results of this modeling in the form of routing operating technology are provided in the applications. Also, the type of production was determined, which allowed to execute the optimal design of assembly workshop.

In the design part of the project, the development of adapters for the assembly and processing of parts and components of this device was made and the corresponding calculations are given. There was also a projected section of the assembly shop, the main calculations for the design and the required amount of equipment were selected.

ЗМІСТ

Вступ	9
Технологічна частина	10
1.1 Опис заданої складальної одиниці	11
1.1.1 Загальне призначення.....	11
1.1.2 Принцип роботи безпілотного літального апарату.	11
1.1.3 Технічні характеристики.....	12
1.2 Проектування структурної схеми	14
1.3 Аналіз виробу на технологічність	17
1.3.1 Основні показники технологічності	18
1.3.2 Додаткові показники технологічності	22
1.3.3 Комплексний показник технологічності	25
1.4 Розрахунок виробничих показників безпілотного літального апарату.....	25
1.4.1 Тип виробництва.....	25
1.4.2 Річна програма випуску	27
1.5 Проектування технологічної схеми складання	30
1.6 Проектування маршруту складання	31
1.7 Розрахунок нормування складальних робіт.....	34
1.8 Вибір форми складання	36
1.9 Розрахунок параметричної точності.....	38
1.9.1 Розрахунок клеєвих з'єднань.....	38
1.9.2 Розрахунок тяги гвинта	40
Конструкторська частина	43
2.1 Вибір обладнання та оснащення	44
2.2 Пристосування для складання крила (стапіль).....	45
2.2.1 Опис стапіля	45
2.2.2 Принцип роботи пристосування	45
2.2.3 Розрахунок стапіля на міцність	46
2.3 Пристосування для свердління нервюр	48
2.3.1 Опис контрольного пристосування для свердління нервюр	48
2.3.2 Принцип роботи контрольного пристосування	48
2.3.3 Розрахунок сили затиску.....	49
2.4 Проектування ділянки цеху складання «Безпілотного літального апарату»	49
2.4.1 Опис ділянки цеху	49

	8
2.4.2 Площа виробничих приміщень	50
Загальні висновки по проекту	54
Список використаних джерел	55
Додаток А.....	57
Додаток Б	58
Додаток В.....	59
Додаток Г	60

Вступ

Авіаційні безпілотні комплекси в даний час набули великого поширення. Безпілотні літальні апарати допомагають вирішити цілий ряд наукових і прикладних задач, пов'язаних з геологією, екологією, метеорологією, сільським господарством, з вивченням клімату, пошуком корисних копалин. Безпілотники стають очима і вухами вчених, досліджуючи землю для археологічних об'єктів, ознаки незаконного полювання і потенційну шкоду врожаю, і навіть фіксують дані всередині ураганів та інших місцях підвищеної небезпеки для їх дослідження т.д.

Безпілотні літальні апарати мають широкий спектр можливостей застосування: від цивільної фотовідеозйомки ландшафту- до військової розвідки та бойових вильотів в залежності від корисного навантаження БПЛА.

В дипломному проекті розглянуто технологію складання безпілотного літального апарату та наведено ділянку цеху його складання. Дана тема є актуальною на сьогодні, оскільки безпілотні літальні апарати динамічно розвиваються, отже необхідно накопичувати виробничий та професійний досвід по їх виготовленню та впровадженню. В проекті представлено висновки по роботі, що дало змогу в повній мірі оцінити процес складання БПЛА та розглянути основні принципи його виготовлення та складання.

Технологічна частина

1.1 Опис заданої складальної одиниці

1.1.1 Загальне призначення

Безпілотний літальний апарат – Безпілотний літальний апарат (БПЛА), широко відомий як дрон самольотного типу, є літаком без пілота на борту. БПЛА є складовою частиною безпілотної авіаційної системи що складається з самого БПЛА, наземного контролера, і системи зв'язку між ними. Політ БПЛА може проводитися з різним ступенем автономії: або під дистанційним керуванням людини, або автономними бортовими комп'ютерами.

Безпілотні літальні апарати мають на борту корисне навантаження (від звичайних камер для зйомки, до стратегічних ракет), в залежності від якого можуть використовуватися для різних цілей в багатьох галузях.

Даний безпілотний літальний апарат призначений для використання в комерційних, наукових, рекреаційних, сільськогосподарських та інших цілях для спостереження, фото та відео зйомки місцевості, оскільки має на борту спеціальне обладнання у вигляді відеокамери.

1.1.2 Принцип роботи безпілотного літального апарату.

«Безпілотний літальний апарат» представлений на кресленні ДПБР.ПБ5107.1702.001 (Додаток А) Даний БПЛА має в комплектації силову установку у вигляді безколекторного електричного двигуна який живиться від літєвого акумулятора, польотний контролер, що приймає команди від передатчика з землі, систему стабілізації що складається з гіроскопа та акселерометра для стабільного та плавного польоту, систему GPS, що надає можливість задавати маршрут польоту наперед та в разі нештатних ситуацій самостійно повертати безпілотник додому. [15]

1.1.3 Технічні характеристики

1.1.3.1 Призначення:

Даний безпілотний літальний апарат призначений для фото та відео зйомки місцевості та передачі матеріалів в режимі on-line оператору.

- Діапазон робочих температур, °C – від -10 до +40;
- Діапазон температур для зберігання або транспортування, °C – від -20 до +45;
- Швидкість вітру на взльоті та посадці не більше 10 м/с;

1.1.3.2 Льотні характеристики:

- Крейсерська швидкість - 50 км/год;
- Максимальна висота польоту – 1000 м;
- Максимальна злітна маса - 1,3 кг;
- Максимальна дальність польоту – 35 км;

1.1.3.3 Технічні характеристики:

- Двигун – Електричний двигун A2212
- Розмах крил – 1600 мм
- Довжина – 1200 мм
- Частота радіоканалів від 433 МГц до 2,4 ГГц

1.1.3.4 Технічне обслуговування:

В безпілотних літальних апаратах закладені характеристики, що забезпечують експлуатацію без додаткового догляду в межах до 12 місяців із дати початку використання. [14]

Необхідно контролювати рівень заряду акумуляторів та здійснювати їх підзарядку спеціальним заряджувальним пристроєм SkyRC S60 2-4S 6A/60W.

1.1.3.5 Інструкція з експлуатації:

1. Передпольотні перевірки:

- Перевірка надійності механічних вузлів;
- Ввімкнення передавача;
- Перевірка рівня заряду силових батарей;
- Ввімкнення живлення апарату.

2. Зберігання та експлуатація акумуляторів:

- Для зберігання літій-полімерних батарей без нагляду слід використовувати сухі місця далеко від предметів підтримуючих горіння.
- Оптимальний температурний режим при зберіганні 20-25 градусів Цельсія, зберігання здійснюється при половинному заряді.

3. Технічне обслуговування:

Технічне обслуговування необхідно проводити:

- Кожні 100 польотних годин;
- При потраплянні вологи в кабінку;
- При потраплянні металевої стружки або абразивних матеріалів на двигуни;
- При появі сторонніх звуків при експлуатації апарату;
- При жорсткій посадці (падіння з висоти більше метра) посадка з високою горизонтальною швидкістю викликала переверот;
- При виявленні люфтів, тріщин або ненадійності кріплень.

Обслуговуючий персонал повинен стежити за технічним станом комплексу БПЛА, своєчасно проводити його технічне обслуговування згідно з Інструкцією по експлуатації, знати і дотримуватися правила безпеки відповідно до вимог нормативних документів по експлуатації. [13]

Небезпечними і шкідливими виробничими факторами при експлуатації комплексів дистанційного моніторингу на базі БПЛА є:

- Обертові частини конструкції БПЛА (пропеллер);
- Електричний струм;
- Посадка БПЛА в важкодоступних місцях
- Небезпека хімічного опіку при порушенні правил Експлуатації літєво-іонних акумуляторів;
- Висока швидкість приземлення БПЛА;

1.2 Проектування структурної схеми

Складання є заключним етапом при виготовленні приладів. Обсяг робіт при складанні в приладобудуванні становить до 30% від загальної трудомісткості виготовлення приладу.

Технологічний процес складання - це сукупність операцій по з'єднанню деталей в певній послідовності з метою отримати виріб, що відповідає заданим експлуатаційним вимогам.

Виріб складається з основних частин, роль яких можуть виконувати деталі, складальні одиниці, комплекси, комплекти.

Складальна одиниця - частина виробу, складові частини якої підлягають з'єднанню між собою на складальних операціях на підприємстві-виробнику. Її характерною особливістю є можливість складання відокремлено від інших елементів виробу. Складальна одиниця виробу в залежності від конструкції може збиратися або з окремих деталей, або з складальних одиниць вищих порядків і деталей. Розрізняють складальні одиниці першого, другого і більш високих порядків. Складальна одиниця першого порядку входить безпосередньо в виріб. Вона складається або з окремих деталей, або з однієї або декількох складальних одиниць другого порядку і деталей і т.д. Складальну одиницю найвищого порядку розчленовують тільки на деталі. Складальні одиниці називають на практиці вузлами або групами.

Складальна операція - це технологічна операція установки і створення зв'язків складальних одиниць виробу. Складання починають з установки і закріплення базової деталі. Тому в кожній складальній одиниці повинна бути знайдена базова деталь - це деталь, з якої починають процес складання виробу, приєднуючи до неї деталі й інші складальні одиниці. [4]

За послідовністю виконання розрізняють:

- проміжну збірку - це збірка дрібних елементів на механічних ділянках або збірка 2-х деталей перед остаточною обробкою;
- вузлову збірку - це збірка складальних одиниць виробу;
- загальну збірку - це збірка виробу в цілому.

Проектування складального технологічного процесу починається з побудови структурної схеми складання, яку отримано на основі аналізу вихідних даних для розробки технологічного процесу. До вихідних даних для розробки технологічного процесу відносяться: конструкторська документація на виріб; річна програма і тривалість випуску виробів; обсяг кооперації та інші дані, що входять до складу розглянутої вище вихідної інформації. [6] Для діючих і реконструйованих підприємств до вихідних даних також відносяться і дані про наявне складальне обладнання та оснащення, виробничі площі і т.д. Вона дає можливість визначити конструктивні і складальні елементи приладу, їх взаємозв'язок та ступінчате розчленування. Схема представлена на кресленні ДПБР.ПБ4105.1720.003 (Додаток А).

Дана схема будується після отримання результатів аналізу конструкції виробу. Вся конструкція виробу складається з окремих менш складних складальних елементів, що в свою чергу складаються з найпростіших структурних одиниць. Згідно з ГОСТ 2.101-80, виріб складається з простих структурних елементів: деталей, складальних одиниць та комплексів.

Основним об'єктом виготовлення будь-якого приладобудівного виробництва є різноманітні прилади. За встановленою ГОСТ 2.101-80 номенклатурою, всі прилади, які виходять з виробництва, з відповідними додатковими допоміжними пристроями називають виробами.

Виріб – це предмет або набір предметів виробництва, які потребують подальшого виготовлення у організації (на підприємстві) за конструкторською документацією

Складальна одиниця - виріб, що складається з декількох частин, з'єднаних на підприємстві-виробнику складальними операціями. Складовими частинами складальної одиниці можуть бути інші складальні одиниці, деталі і комплекти;

Комплекс - два або більше специфікованих вироби, не поєднаних на підприємстві-виробнику складальними операціями, але призначених для виконання взаємозалежних експлуатаційних функцій. Складовими частинами комплексу можуть бути інші комплекси, складальні одиниці, деталі і комплекти;

Комплект - два або більше специфікованих вироби, не поєднаних на підприємстві-виробнику складальними операціями і мають загальне експлуатаційне призначення допоміжного характеру, наприклад, комплект запчастин. До комплектів також відносяться складальні одиниці і деталі, що поставляються разом з основним виробом і призначених для виконання допоміжних функцій.

Деталь – це виготовлений, або ж підлягаючий виготовленню виріб, що є частиною приладу, або ж будь-якої технічної конструкції, що виготовляється з однорідного за структурою та властивостями матеріалу без застосування при цьому будь-яких складальних операцій.

Схема структурного складу використовується для аналізу та синтезу виробу в процесі складання. В цьому випадку під аналізом виробу розуміють напрямки розкладання складального елемента на найпростіші із встановленою послідовністю зв'язків від верхнього ступеню до нижчого, що вказує на обов'язкову придатність елементів до різноманітних складальних процесів. Під синтезом виробу розуміють протилежну дію – правильний вибір шляхом з'єднання найпростіших елементів у найбільш складні при складанні технологічного процесу. В цьому випадку, схема ступенів складання є відповідним документом для правильного проектування технологічної схеми складання всього технологічного процесу в цілому. [10]

Безпілотний літальний апарат складається з 4 складальних вузлів.

Вузли:

1 – Крило СК – складається з Консолей (1), Вінглетів (2), Центроплана (3), Елеронів (4), Сервопривода (5), Трубок карбонових (6), Тяг (7) .

2 – Хвіст СК – складається з Хвостової балки (1), Оперення (2), Рулів (3), Сервоприводів (4), Перемички на оперенні (5), Тяг (6).

3 – Фюзеляж СК (зовнішня компоновка) – складається з Кришки (1), Електричного двигуна (2), Моторами (3), Муфти зажимної (4), Пропеллера (5).

4 – Фюзеляж СК (внутрішня компоновка) – складається з Акумулятора (4), Польотного контролера (5), Регулятора обертів (6), Антени (7), Камери (8), Системи GPS (9), Відеопередатчика (10).

1.3 Аналіз виробу на технологічність

Технологічність конструкції виробу - це сукупність властивостей конструкції виробу, що визначають його пристосованість для досягнення оптимальних витрат при виробництві, експлуатації та ремонті для заданої якості, обсягу випуску і умов виконання роботи. При відпрацюванні конструкції виробу на технологічність кожен виріб слід розглядати як об'єкт проектування, виробництва і експлуатації. Правила забезпечення технологічності конструкції виробів регламентуються ГОСТом 14.201 - 83 і методичними рекомендаціями МР186 - 85.

Технологічність - це комплекс вимог і показників, що містить 22 показника, що характеризують технологічну раціональність конструктивних рішень в залежності від виду виробів і стадії розробки конструкторської документації. Наприклад: трудомісткість виготовлення виробу, питома матеріаломісткість виробу, коефіцієнт використання матеріалу і т. д.

Чисельні показники технологічності визначаються в чотирьох випадках:

- Для порівняльної оцінки варіантів конструкції в процесі проектування виробу.

- Для визначення рівня технологічності конструкції виробу.
- Для накопичення статистичних даних по виробках-представниках з метою подальшого використання при визначенні базових показників і в процесі розробки виробів.
- Для побудови математичних моделей з метою прогнозування технічного розвитку конструкції виробів.

Складальні конструкції відпрацьовують на технологічність шляхом аналізу видів з'єднань використаних при складанні, а також по загальним критеріям складальних процесів .

1.3.1 Основні показники технологічності

Розглянемо список уніфікованих та не уніфікованих вузлів, операцій та деталей:

Таблиця 1.1 - Список вузлів

№	Список вузлів	Кількість	Примітка
A1	Крило СК	1	не уніфікований
A2	Хвіст СК	1	не уніфікований
A3	Зовнішня компоновка СК	1	не уніфікований
A4	Внутрішня компоновка СК	1	Не уніфікований

Таблиця 1.2 - Список операцій

№	Список операцій	Примітка
1	Комплектування	уніфікована
2	Склеювання	уніфікована
3	Згинчування	уніфікована
4	Контроль	не уніфікована

Таблиця 1.3 - Список деталей

№	Список деталей	Кількість	Примітка
1	Консоль	2	не уніфікована
2	Вінглет	2	не уніфікована
3	Центроплан	1	не уніфікована
4	Елерон	2	не уніфікована
5	Сервопривод SG90	3	Уніфікована
6	Трубка карбонова 2.5x1.7	2	уніфікована
7	Тяга М3*300	4	Уніфікована
8	Хвостова балка	1	Не уніфікована
9	Оперення	2	Не уніфікована
10	Рулі	2	Не уніфікована
11	Перемичка на оперенні	1	Уніфікована
12	Кришка	1	Не уніфікована
13	Електричний двигун A2212	1	Уніфікована
14	Моторама	1	Не уніфікована
15	Муфта зажимна 25x1/2	1	Уніфікована
16	Пропелер Ø20	1	Уніфікована
17	Акумулятор 3500mah	1	Уніфікована
18	Польотний контролер S6R	1	Уніфікована
19	Регулятор обертів 30A	1	Уніфікована
20	Антенa 5.8 ГГц	1	Уніфікована
21	Курсова FPV камера	1	Уніфікована
22	GPS система Turnigy	1	Уніфікована

	T1000FC		
23	Відеопередатчик 5,8 ГГц	1	Уніфікована
24	Гвинт M2x4	4	Уніфікована
25	Гвинт M4x6	6	Уніфікована
26	Корпус	1	Не уніфікована
27	Нервюра	64	Уніфікована
28	Лонжерон	2	Уніфікована
Крило СК			
1	Консоль	2	не уніфікована
2	Вінглет	2	не уніфікована
3	Центроплан	1	Не уніфікована
4	Елерон	2	Не уніфікована
5	Сервопривод SG90	1	Уніфікована
6	Лонжерон	2	Уніфікована
7	Тяга M3*300	2	Уніфікована
8	Нервюра	64	Не уніфікована
Хвіст СК			
1	Хвостова балка	1	не уніфікована
2	Оперення	2	не уніфікована
3	Рулі	2	не уніфікована
4	Сервопривод SG90	2	Уніфікована
5	Перемичка на оперенні	1	Уніфікована
6	Тяга M3*300	2	Уніфікована
Зовнішня компоновка СК			
1	Кришка	1	не уніфікована
2	Електричний двигун	1	уніфікована

	A2212		
3	Моторама	1	не уніфікована
4	Муфта зажимна 25x1/2	1	уніфікована
5	Пропеллер Ø20	1	Уніфікована
6	Корпус	1	Не уніфікована
Внутрішня компоновка СК			
1	Акумулятор 3500mah	1	Уніфікована
2	Польотний контролер S6R	1	Уніфікована
3	Регулятор обертів 30A	1	Уніфікована
4	Антенa 5.8 ГГц	1	Уніфікована
5	Курсова FPV камера	1	Уніфікована
6	GPS система Turnigy T1000FC	1	Уніфікована
7	Відеопередатчик 5,8 ГГц	1	Уніфікована

1.3.2 Додаткові показники технологічності

Показник відносної складності:

Визначається коефіцієнтом збірності конструкції $K_{ск.}$, який ураховує ступінь розчленованості всієї конструкції виробу на складальні одиниці N і деталі n .

$$K_{ск.} = N / n \quad (1.1)$$

Чим більший цей коефіцієнт, тим більше виріб є технологічним, оскільки в такому випадку легше виконувати складання за рахунок паралельності складальних операцій на уніфікованих і спеціалізованих робочих місцях, легше виконувати контроль, нижча собівартість. Порівняльний аналіз можна вести з орієнтовних цифр:

$K_{ск} < 0,1$ технологічність низька.

$K_{ск} = 0,1 - 0,2$ технологічність задовільна.

$K_{ск} > 0,2$ технологічність добра.

$$K_{скл} = \frac{N_{\Sigma}}{n_{\Sigma}} \quad (1.2)$$

де $N_{\Sigma} = 4$, кількість вузлів виробу;

$n_{\Sigma} = 34$, кількість деталей виробу.

$$K_{ск} = 4/34 = 0,117$$

$K_{ск} = 0,1 - 0,2$ технологічність задовільна.

Показник уніфікації виробу:

Під уніфікованими складальними одиницями та деталями розуміють широко застосовувані, нормалізовані елементи, куповані та стандартні. Порівняння ведуть за таких умов:

$K_{ун} < 0,25$ технологічність низька.

$K_{yn} = 0,25-0,5$ технологічність задовільна.

$K_{yn} > 0,5$ технологічність добра.

$$K_{yn} = \frac{N_{yn} + n_{yn}}{N_{\Sigma} + n_{\Sigma}} \quad (1.3)$$

де $N_y = 0$, кількість уніфікованих вузлів виробу;

$n_y = 88$, кількість уніфікованих деталей виробу.

$K_{yn} = (0+88)/(4+105) = 0.8$;

$K_{yn} > 0,5$ – технологічність добра.

Коефіцієнт уніфікації по вузлам:

$$K_{yn.N} = \frac{N_{yn}}{N_{\Sigma}}, \text{ де} \quad (1.4)$$

N_{yn} - число всіх уніфікованих складальних одиниць в схемі структурного складу;

N_{Σ} - число всіх складальних одиниць на схемі структурного складу;

$N_{\Sigma} < 0.2$ – технологічність незадовільна;

$N_{\Sigma} = 0.2..0.4$ – технологічність задовільна;

$N_{\Sigma} > 0.4$ – хороша технологічність.

$$N_{yn} = 0/4 = 0$$

$N_{yn} < 0.2$ – технологічність незадовільна.

Коефіцієнт уніфікації по деталям:

Орієнтовно можна оцінювати за величиною:

$K_{yn} < 0,3$ технологічність низька;

$K_{yn} = 0,3-0,6$ технологічність задовільна;

$K_{yn} > 0,6$ технологічність добра.

$$K_{yn} = \frac{n_y}{n_{\Sigma}} = 88/105 = 0,83 \quad (1.5)$$

$K_{yn} > 0,6$ - технологічність добра.

Коефіцієнт технологічності по уніфікації операцій:

Цей показник характеризує технологічність виробу з погляду простоти освоєння його на виробництві за рахунок можливості застосування при його складанні раніше застосовуваних, добре освоєних і оснащених складальних процесів, які називаються в цьому разі уніфікованими, відомими в галузі. До таких процесів належать згвинчування, пресування, паяння, монтаж шарикопідшипникових опор, зварювання, намотувальні процеси та ін. [7]

Технологічність аналізованого виробу за показником уніфікації застосовуваних процесів оцінюється коефіцієнтом застосування типових для галузі технологічних процесів:

$K_{yon} < 0,5$ технологічність низька;
 $K_{yon} = 0,5-0,75$ технологічність задовільна;
 $K_{yon} > 0,75$ технологічність добра.

$$K_{yon} = \frac{Q_{y/on}}{Q_{\Sigma/on}} \quad (1.6)$$

де $Q_{y/on} = 3$ – кількість уніфікованих операцій;

$Q_{\Sigma/on} = 4$ – кількість всіх операцій.

$$K_{yon} = 3/4 = 0,75$$

$K_{yon} = 0,5-0,75$ технологічність задовільна.

(Всі розрахункові формули та теоретичний матеріал цієї частини розділу взято із літератури №[1].)

1.3.3 Комплексний показник технологічності

Комплексний показник технологічності конструкції характеризує не окремі часткові признаки технологічності, а характерну групу ознак технологічності конструкції.

Вираховується за формулою (1.7):

$$K_{\text{т.}} = (K_{\text{ск}} + K_{\text{уп.}} + N_{\text{ун}} + K_{\text{ун.}} + K_{\text{у.оп.}}) / 5 \quad (1.7)$$

$$K_{\text{т.}} = (0,117 + 0,8 + 0 + 0,83 + 0,75) / 5 = 0,499$$

$$K_{\text{т.}} = 0,499.$$

З попередніх розрахунків видно, що загальний коефіцієнт технологічності виробу задовільний (тому що більшість коефіцієнтів мають задовільну технологічність). [1]

1.4 Розрахунок виробничих показників безпілотного літального апарату

1.4.1 Тип виробництва

На організацію виробничих процесів, вибір методів підготовки виробництва, планування діяльності та контролю якості впливає тип виробництва.

Тип виробництва являє собою комплексну характеристику технічних, організаційних та економічних особливостей виробництва, обумовлених широтою номенклатури, регулярністю, стабільністю та обсягом випуску продукції. Розрізняють три типи виробництва: одиничне, серійне, масове. [15].

Одиничне виробництво характеризується широким асортиментом продукції і малим обсягом випуску однакових виробів, часто не повторюються. Особливості цього типу виробництва полягають в тому, що робочі місця не мають глибокої спеціалізації, застосовуються універсальне обладнання та технологічне оснащення, велика частина робітників має високу кваліфікацію, значний обсяг ручних складальних і доводочних операцій, тут висока трудомісткість виробів і тривалий виробничий цикл їх виготовлення, значний обсяг незавершеного виробництва.

Різноманітна номенклатура робить одиничне виробництво більш мобільним і пристосованим до умов коливання попиту на готову продукцію.

Серійне виробництво характеризується виготовленням обмеженої номенклатури продукції партіями (серіями), що повторюються через певні проміжки часу. Залежно від розміру серії розрізняють дрібносерійне, середньoserійне і великосерійне виробництво. Особливості організації серійного виробництва полягають в тому, що вдається спеціалізувати робочі місця для виконання декількох подібних технологічних операцій, поряд з універсальним застосовувати спеціальне устаткування і технологічне оснащення, широко застосовувати працю робітників середньої кваліфікації, ефективно використовувати обладнання і виробничі площі, знизити, порівняно з одиничним виробництвом, витрати на заробітну плату.

Серійне виробництво характерно для випуску продукції усталеного типу, наприклад, металорізальних верстатів, насосів, компресорів та інших приладів широкого застосування.

Масове виробництво характеризується виготовленням обмеженої номенклатури однорідної продукції у великих кількостях протягом відносно тривалого періоду часу. Масове виробництво - вища форма спеціалізації виробництва, що дозволяє зосереджувати на підприємстві випуск одного або декількох типів однойменних виробів. Необхідною умовою масового виробництва є високий рівень стандартизації і уніфікації при конструюванні деталей, вузлів і агрегатів.

Особливості організації масового виробництва полягають в тому, що можна спеціалізувати робочі місця на виконанні однієї постійно закріпленої операції, застосовувати спеціальне устаткування і технологічне оснащення, мати високий рівень механізації і автоматизації виробництва, застосовувати працю робітників невисокої кваліфікації.[6, 9]. Масове виробництво забезпечує найбільш повне використання обладнання, високий рівень продуктивності праці, найнижчу собівартість виготовлення продукції в порівнянні з серійним і тим більше одиничним виробництвом. Цей тип виробництва економічно доцільний при

досить великому обсязі випуску продукції, тому необхідною умовою масового виробництва є наявність стійкого і значного попиту на продукцію.

Масове виробництво характерно для випуску автомобілів, тракторів, продукції харчової, текстильної та хімічної промисловості. [5]

1.4.2 Річна програма випуску

Тип виробництва визначається, в залежності від габаритів, маси (ваги) і розміру річної програми випуску виробів, з цих даних необхідно встановити тип виробництва:

Одиничне - визначається випуском деталей (продукції) у малій кількості.

Серійне - виробництво характеризується обмеженим випуском продукції, але великими серіями. Серійне виробництво підрозділяється на багатосерійне і дрібносерійне.

Багатосерійне - відносно постійний випуск продукції великими серіями, або виготовленням виробів, виробництво яких часто повторюється. За характером вони ближчі до масового. При виборі технологічного обладнання спеціального і спеціалізованого, дорогого пристосування або допоміжного пристосування та інструменту необхідно проводити розрахунок витрат і термінів окупності, а також очікуваний економічний ефект від використання устаткування і технологічного оснащення. [9]

Дрібносерійне - широка номенклатура, великий розмір серії, рідкісна періодичність випуску. За характером близько до одиничного.

Масове - характеризується випуском однієї і тієї ж продукції як правило тривалий час (роками).

Згідно масі деталі 1,2 кг, і річній програмі 2000 шт. в рік, тип виробництва - середньосерійний.

Таблиця 1.4

Визначення типу виробництва

Маса деталі, кг.	Тип виробництва				
	Одиничне	Дрібно серійне	Середньо-Серійне	Багато серійне	Масове
< 1,0	< 10	10 - 2000	1500 - 100000	75000 - 200000	200000
1,0 - 2,5	< 10	10 - 1000	1000 - 5000	50000 - 100000	100000
2,5 - 5,0	< 10	10 - 500	500 - 35000	35000 - 75000	75000
5,0 - 10	< 10	10 - 300	300 - 25000	25000 - 50000	50000
> 10	< 10	10 - 200	200 - 10000	10000 - 25000	25000

Відповідно до таблиці 1.4, тип виробництва дрібносерійний.

Серійне виробництво характеризується виготовленням обмеженої номенклатури деталей партіями, що повторюються через певні проміжки часу. Це дозволяє використовувати поряд з універсальним спеціальне обладнання. При проектуванні технологічних процесів передбачають порядок виконання і оснащення кожної операції.

Для організації серійного виробництва характерні такі риси. Цехи, як правило, мають у своєму складі предметно-замкнуті ділянки, обладнання на яких розставляються по ходу типового технологічного процесу. В результаті виникають порівняно прості зв'язки між робочими місцями і створюються передумови для організації прямого переміщення деталей в процесі їх виготовлення.[5].

Предметна спеціалізація ділянок робить доцільною обробку партії деталей паралельно на декількох верстатах, що виконують наступні операції один за одним. Як тільки на попередній операції закінчується обробка декількох перших деталей, вони передаються на наступну операцію до закінчення обробки всієї партії. Таким чином, в умовах серійного виробництва стає можливою паралельно-послідовна організація виробничого процесу. Це його відмітна особливість.

Застосування тієї чи іншої форми організації в умовах серійного виробництва залежить від трудомісткості і обсягу випуску закріплених за ділянкою виробів. Так, великі, трудомісткі деталі, виготовлені у великій кількості і мають подібний технологічний процес, закріплюють за одним ділянкою з організацією на ньому змінно-поточного виробництва. Деталі середніх розмірів, багатоопераційні і менш трудомісткі об'єднують в партії.[8, 14]. Якщо запуск їх у виробництво регулярно повторюється, організовуються ділянки групової обробки. Дрібні, малотрудоємкі деталі, наприклад нормалізовані шпильки, болти, закріплюють за однією спеціалізованою ділянкою. В цьому випадку можлива організація прямоточного виробництва.

Для підприємств серійного виробництва характерні значно менші, ніж в одиничному, трудомісткість і собівартість виготовлення виробів. У серійному виробництві, в порівнянні з одиничним, вироби обробляються з меншими перервами, що знижує обсяги незавершеного виробництва. З точки зору організації основним резервом зростання продуктивності праці в серійному виробництві є впровадження методів потокового виробництва.

$$N_y = N * K * \left(1 + \frac{\beta_1}{100}\right) * \left(1 + \frac{\beta_2}{100}\right) \quad (1.8)$$

Де K – кількість деталей на одиницю виробництва;

β_1 – відсоток запасних деталей;

$\beta_1 = 10\%$;

β_2 – відсоток можливого технологічного браку;

$\beta_2 = 2\%$;

N – кількість деталей у партії;

$N = 2000$ шт.;

$$N_y = 2000 * 1,1 * 1,02 = 2244 \text{ шт.}$$

Розрахунок кількості деталей у партії:

$$n = \frac{N_y * t}{F} = \frac{2244 * 5}{253} = 44 \text{ шт.} \quad (1.9)$$

де $t = 5$ днів – кількість робочих днів в тиждень;

$F = 253$ дня – кількість робочих днів на рік.

Висновок: відповідно до даної кількості – це відповідає дрібносерійному виробництву.

1.5 Проектування технологічної схеми складання

Технологічна схема складання виробу є одним з основних документів, що складаються при розробці ТП складання. Вона розробляється на основі схеми складального складу, при розробці якої керуються такими принципами:

- схема складається незалежно від програми випуску виробу на основі складальних креслень, електричної та кінематичної схем виробу;
- складальні одиниці утворюються за умови незалежності їх складання, транспортування та контролю;
- мінімальне число деталей, необхідне для утворення складальної одиниці першого ступеня складання, має дорівнювати двом;
- мінімальне число деталей, що приєднуються до складальної одиниці даної групи для утворення складального елемента наступного ступеня, має дорівнювати одиниці;
- схема складального складу будується за умови утворення найбільшого числа складальних одиниць;
- схема повинна мати властивість безперервності, тобто кожна наступна ступінь збірки не може бути здійснена без попередньої.

Включення в схему складального складу технологічних вказівок перетворює її в технологічну схему складання. Схема складання з базовою деталлю встановлює тимчасову послідовність складального процесу.[4]. При такому складанні необхідно виділити базовий елемент, тобто базову деталь або складальну одиницю, в якості якої зазвичай вибирають ту деталь, поверхні якої будуть згодом використані при установці в готовий виріб. У більшості випадків

базовою деталлю служить плата, панель, шасі та інші елементи несучих конструкцій виробу. Напрямок руху деталей і складальних одиниць на схемі показується стрілками, а пряма лінія, що з'єднує базову деталь і виріб, називається головною віссю збірки. Точки перетину осей збірки, в які подаються деталі або складальні одиниці, позначаються як елементи складальних операцій, а точки перетину допоміжної осі з головною - як операції[6].

Технологічна схема складання "Безпілотного літального апарату" представлена на кресленні ДПБР.ПБ5107.1702.004 (Додаток А).

Базовою деталлю на початковому етапі складання даного пристрою є Корпус (26). На нього встановлюються дві частини Крила СК (А1), Хвіст СК (А2) та Зовнішня і Внутрішня компоновка СК(А3, А4). Отриманий безпілотний літальний апарат контролюємо та випробовуємо.

1.6 Проектування маршруту складання

Проектування технологічного процесу складання в середньо серійному виробництві має певні особливості. На складальних процесах такого типу виробництва присутні операції підгону.

Технологічний процес розробляється з особливою ретельністю, у ньому має бути відображена повна інформація про операції та порядок їх виконання. Вказуються не тільки режими роботи, але й окремі прийоми. В результаті чого досягається порівняно висока продуктивність праці, найменша собівартість продукції та найменша тривалість виробничого циклу.[3, 11].

На основі технологічної схеми складання був складений маршрут складання "Безпілотного літального апарату".

Операційна технологічна карта представляє собою досконалу розробку кожної технологічної операції з врахуванням її елементів відповідно до технологічної схеми складання. Операційний технологічний процес представлено у вигляді послідовності переходів. При цьому запис кожного переходу

починається з наказуючого дієслова, яке вказує вид роботи. Потім записується об'єкт роботи, та результат виконання роботи на даному технологічному переході. Кожній точці на лінії складання відповідає свій перехід.

Таким чином маршрут складання «Безпілотного літального апарату» буде складатися з наступних операцій:

005 Комплектувальна

1. Комплектувати деталі згідно специфікації

010 Підготовча

1. Розконсервувати деталі
2. Контролювати якість деталей

015 Складання вузла Фюзеляж СК

1. Вкрутити муфту поз.15 у корпус поз.26
2. Встановити центроплан поз.3 у корпус поз.26
3. Загвинтити мотораму поз.14 у корпус поз.26
4. Загвинтити двигун поз.13 у мотораму поз.14
5. Встановити пропелер поз.16 на вал двигуна поз.13
6. Встановити акумулятор поз.17 у корпус поз.26
7. Встановити регулятор обертів поз.19 в корпус поз.26
8. Встановити камеру поз. 21 в корпус поз. 26
9. Встановити відеопередатчик поз.23 в корпус поз. 26
10. Встановити польотний контролер поз.18 в корпус поз. 26
11. Закрутити антену поз.20 в корпус поз. 26
12. Встановити систему GPS поз.22 в корпус поз. 26
13. Вставити кришку поз.12 на кріплення в корпусі поз. 26

020 Складання вузла Крило СК

1. З'єднати лонжерон поз.28 з нервюрами поз.27
2. Приклеїти консолі поз.1 на нервюри поз.27
3. Встановити вінглет поз.2 на лонжерон поз. 28

4. Встановити елерон поз.4 на задню частину консолі поз.1
5. Вставити сервопривод поз.5 в консоль поз.1
6. Вставити тягу поз.7 в сервопривод поз.5
7. Вставити тягу поз.7 в елерон поз.4
8. Встановити крило ліве в центроплан поз.3
9. З'єднати лонжерон поз.28 з нервюрами поз.27
10. Приклеїти консолі поз.1 на нервюри поз.27
11. Встановити вінглет поз.2 на лонжерон поз. 28
12. Встановити елерон поз.4 на задню частину консолі поз.1
13. Вставити сервопривод поз.5 в консоль поз.1
14. Вставити тягу поз.7 в сервопривод поз.5
15. Вставити тягу поз.7 в елерон поз.4
16. Встановити крило праве в центроплан поз.3

025 Складання вузла Хвіст СК

1. Приклеїти оперення поз.9 до хвостової балки поз.8
2. Прикрутити сервопривод поз.5 до хвостової балки поз.8
3. Встановити перемичку поз.4 між оперенням поз.9
4. Встановити рулі поз.10 на оперення поз.9
5. Вставити тягу поз.7 в рулі поз.10
6. Вставити тягу поз.7 в сервопривод поз.5
7. Вкрутити муфту поз.15 в хвостову балку поз. 8

030 Складання

1. Прикрутити хвостову балку поз.8 до корпусу поз.26
2. Встановити крила на центроплан поз.3

050 Контроль

1. Контролювати профіль крила.
2. Контролювати кути встановлення крила та оперення.

Детальніше, технологічний процес розроблений за допомогою САПР «ADEM» та представлений в маршрутно-операційних картах (Додаток В).

1.7 Розрахунок нормування складальних робіт

Для обрахунку обчислюють час для виконання однієї складальної операції, що є основною структурною одиницею ТП. На виробництві цей час називають штучним і він позначається як $T_{шт}$. Його основним складовим є норми часу для проведення безпосередньо складальних та регулювально - налагоджувальних та інших робіт, а також основний час складання T_o та час на виконання усіх необхідних дій і заходів складальником або наладчиком.[1]. Цей допоміжний час T_o , що не перекривається основним, необхідний щоб підготувати елементи до складання, набору необхідних деталей, матеріалів та інструментів при складанні однієї складальної одиниці, необхідного орієнтування, їх візуального контролю, змащування, притирання і т.п. [7]

005 Комплектувальна	(6 хв.)
010 Підготовча	(4 хв.)
015 Складання вузла Зовнішня компоновка СК	(11 хв.)
020 Складання вузла Внутрішня компоновка СК	(5 хв.)
025 Складання вузла Хвіст СК	(10 хв.)
030 Складання вузла Крило СК	(14 хв.)
035 Складання	(4 хв.)
040 Загальне складання	(6 хв.)
045 Контроль	(10 хв.)

При складанні на одній складальній операції можна виконувати одну або декілька складальних з'єднувальних, чи налагоджувально-регулювальних робіт. Тому основний час оцінюють як суму часу для виконання цих робіт:

$T_o = \sum_{i=1}^n T_{oi}$, де n - кількість окремих робіт; T_{oi} - час виконання кожної роботи, хв.

$$T_o = \sum_{i=1}^n T_{oi} = 6 + 4 + 11 + 5 + 10 + 14 + 4 + 6 + 10 = 70 \text{ хв.}$$

Допоміжний час операції також є сумою часу на виконання всіх допоміжних робіт і заходів: $T_D = \sum_1^m T_{Dj}$, де m - кількість заходів, що не перекривають основний час; T_{Dj} - час виконання кожного заходу.

$$T_D = \sum_1^m T_{Dj} = 0,5 + 1 + 0,5 + 1 + 0,5 = 3,5 \text{ хв}$$

Операційний час (1.10)

$$T_{оп} = T_o + T_D = \sum_1^n T_{oi} + \sum_1^m T_{Dj} = 70 + 3,5 = 73,5 \text{ хв.}$$

Операційним називається час, що іде безпосередньо на виконання складальних робіт одного складального елемента. Крім цього часу, до штучного часу операції входить також час для обслуговування складальної операції $T_{обсл}$, який необхідний для того, щоб підтримувати складальне місце та всю застосовувану оснастку, інструмент і апаратуру в належному стані. Час для виконання цих робіт визначають у відсотках від операційного:

$$T_{обсл} = a T_{он} / 100, \quad (1.11)$$

де a - число відсотків, $a=6-12\%$.

До штучного часу входить також час на періодичний відпочинок та задоволення природних потреб: $T_{відп} = v T_{он} / 100$, де v - частка в відсотках від $T_{оп}$ (залежно від складності складання $v=4-8\%$). Тоді штучний час складальної операції

$$T_{шт} = T_o + T_D + T_{обсл} + T_{відп} = T_{он} (1 + (a+v)/100) \quad (1.12)$$

$$T_{шт} = 73,5 (1 + (10+5)/100) = 84,525 \text{ хв.}$$

Щоб визначити норму виробітку:

$$N_{вир} = (T_{зм} - T_{пз}) / T_{шт} \quad (1.13)$$

, де $T_{зм}$ – час робочої зміни,

$T_{пз}$ - підготовчо-завершальний час роботи

$$N_{вир} = (480 - 30) / 84,525 = 5,32 \sim 5 \text{ виробів.}$$

Підготовчо-завершальний час роботи виділений робітником на один виріб буде дорівнювати: $30/5 = 6$ хв, тоді штучно- калькуляційний час буде дорівнювати:

$$T_{штк} = 84,525 + 6 = 90,525 \text{ хв.}$$

Для розрахунку кількості робітників необхідно розділити кількість деталей на кількість робочих днів, що множаться на кількість виробів, виготовлених робітником за зміну:

$$N_{роб} = 2244 / (253 * 5) = 1,77 \approx 2$$

Отже необхідна кількість робітників – 2 шт. [6]

1.8 Вибір форми складання

Вибір форми складання залежить від типу випуску, річного та середньо-операційного часу складання.

Річний темп випуску: (1.14)

$$t = \frac{60 * \Phi_p}{N_p};$$

$$t = \frac{60 * 2070}{2244} = 55,34 \text{ хв.}$$

Φ_p – річний фонд часу;

N_p – річна програма випуску.

Середньо операційний час: (1.15)

$$T_{ср.оп} = \sum_{j=1}^{j=p} \sum_{i=1}^{i=n_j} \frac{T_{iшл}}{\sum_{j=1}^3 n_j}$$

$$T_{ср.оп} = 84,525 / 10 = 8,452 \text{ хв.}$$

Якщо $t \gg T_{ср.оп}$, тоді вибираємо одиничне виробництво;

$t > T_{cp.on}$, тоді вибираємо дрібносерійне виробництво;

$t = T_{cp.on}$, тоді вибираємо серійне виробництво;

$t < T_{cp.on}$, тоді вибираємо багатосерійне виробництво;

$t \ll T_{cp.on}$, тоді вибираємо масове виробництво.

На основі заданих умов можна зробити вибір організаційної форми складання. Врахувавши темп складання і середньо операційний час вибираємо тип виробництва. В даному випадку це дрібносерійне виробництво. Для дрібносерійного виробництва використовується стаціонарна форма складання, яка виконується на одних і тих самих робочих місцях, без часової залежності між ними, а саме, коли процес складання йде зі складу на склад. Стаціонарна форма складання поділяється на концентровану та диференційовану. Вибором форми є порівняння темпу випуску з циклом випуску одного виробу.

Цикл випуску одного виробу: (1.16)

$$f_1 = \frac{T_1}{K};$$

T_1 - трудомісткість складання одного виробу, хв;

K - кількість задіяних складальників на складання даного виробу

Цикл випуску одного виробу:

$$f_1 = 84,525 / 2 = 42,26$$

Якщо $f < t$, тоді вибираємо концентровану форму складання, яка використовується для дрібносерійного виробництва. [1]

1.9 Розрахунок параметричної точності

1.9.1 Розрахунок клейових з'єднань

Склеювання - це спосіб створення нероз'ємного з'єднання елементів конструкції за допомогою клею. Процес склеювання ґрунтується на явищі адгезії - зчеплення в результаті фізичних і хімічних сил взаємодії клею з різними матеріалами при певних умовах.

Конструювання клейових з'єднань

Елементи конструкції, збірка яких здійснюється склеюванням, повинні мати для цього спеціально спроектоване з'єднання. При проектуванні клейового з'єднання необхідно:

- визначити величину і тип навантаження на всю конструкцію і особливо на клейове з'єднання;
- визначити зміну властивостей клейового з'єднання під впливом середовища, в якій воно буде працювати;
- вибрати матеріал конструкції;
- вибрати клей;
- розрахувати розміри і інші конструкційні параметри з'єднання з урахуванням запасу міцності;
- вибрати технологію склеювання (обробку поверхні, спосіб нанесення клею, режим затвердіння);
- економічно обґрунтувати обрану конструкцію і технологію

При конструюванні клейових з'єднань необхідно враховувати наступні рекомендації:

- площа склеювання повинна бути якомога більшою;
- навантаження повинна нести максимальна частина площі склеювання;
- необхідно домагатися, щоб напруга в клейовому шві діяло в напрямку його максимальної міцності;

Розрахунок клейових з'єднань

Для розрахунку найбільш поширених сполук користуються наближеними формулами [2].

Діючі напруги при зсуві нахлесточного з'єднання:

$$T=F/(ba)$$

$$T=681,12/(3*1,5)=151,36$$

де F - зсувна сила; b, a - ширина і довжина нахльосту.

Для невідповідальних з'єднань довжина нахльосту $a = (2,5 \dots 5) s$

де s - товщина склеюваних листів.

При динамічних навантаженнях міцність при зсуві приймають рівною 1/3 її значення при статичному навантаженні.

Вибір клею

При виборі клею для конкретного призначення і конкретних умов експлуатації клейового виробу необхідно враховувати наступні фактори:

- природу склеюваних матеріалів;
- умови експлуатації;
- рівень необхідної міцності;
- особливості клеєної конструкції;
- фізико-механічні та хімічні властивості клею;
- технологію склеювання.

Для склеювання ABS пластику найкраще підходить дихлоретан. Дихлоретан - прозора отруйна рідина. Щоб дихлоретан став клеєм, в ньому необхідно розчинити 10% полістиролу або 2% оргскла (плексигласу). Призначений для склеювання корпусних пластмаси з полістиролу і оргскла.

Спосіб застосування:

Перед використанням клею, розчинити в дихлоретані ту ж пластмасу, яка буде клеїтись - це кілька знизить агресивність дихлоретану (буде повільніше розчиняти) і збільшить міцність з'єднання, бо зменшиться усадка шва за рахунок випаровування розчинника. Не допускати змочування поверхонь, що склеюються - це призведе до істотної втрати міцності! Знежирити поверхні деталей, перед нанесенням клею. Наносити дихлоретан так, щоб він не потік по поверхні деталей - це зіпсує їх вид. Дихлоретан допускає досить тривале коригування геометрії склеєних деталей, але цей процес потрібно проводити максимально швидко, бо пластик може поплисти та виділити з шва забагато клею. Стискати потрібно впевнено, так, щоб шов повністю зійшовся. Зафіксувати на 1 - 6 годин. Тільки в такому випадку гарантовано міцне з'єднання.[1, 19]. Час повного склеювання залежить від площі, що склеюються.

При дії розтягувальної або стискаючої сили F розрахунок проводять на зсув (зріз) за формулою

$$\tau_{\text{сд}} = \frac{F}{A_{\text{сд}}} \leq [\tau]_{\text{сд}}$$

$$\tau_{\text{сд}} = \frac{151,36}{0,172} = 880$$

Де $\tau_{\text{сд}}$ і $[\tau]_{\text{сд}}$ розрахункові та допустимі напруження на зсув, $[\tau]_{\text{сд}}=10/25$ МПа для дихлоретанольного клею, F - навантаження, $A_{\text{сд}}$ - площа зсуву.

1.9.2 Розрахунок тяги гвинта

Для розрахунку тяги гвинта літака можна застосувати декілька підходів. Відомо що швидкість польоту можна визначити як:

$$V=H \times n$$

Де H - крок гвинта в метрах, V - швидкість в м/с, n - оберти за секунду.

Даний гвинт з $H= 0.1$ м. Для нього визначаються дві швидкості, відповідно до вказаних мінімального та максимального значень обертів двигуна:

$$V_{max} = 0.1 * 300 = 30\text{м/сек} = 108\text{км/год}$$

$$V_{min} = 0.1 * 41.7 = 4,17\text{м/сек} = 15\text{км/год}$$

Тяга двигуна:

$$P = \alpha \times \rho \times n^2 \times D^4$$

$$P = 0.1 \times 0.9 \times 7220^2 \times 20^4$$

$$P=0,75\text{кгс}$$

Відносний крок гвинта

$$T = \beta \times \rho \times n^3 \times D^5$$

$$T = 1.25 \times 0.9 \times 7220^3 \times 20^5 = 1.35$$

КПД гвинта

$$\eta = \frac{\alpha \lambda}{\beta}$$

$$\eta = \frac{0.11}{1.25}$$

$$\eta = 88\%$$

Навантаження на гвинт:

$$B = \frac{8}{\pi} \frac{P}{\rho v^2 D^2}$$

$$B = \frac{8}{3.14} \times \frac{0.75}{0.9 \times 100^2 \times 20^2} = 5.307$$

$$B=5.307$$

Де:

α - коефіцієнт тяги гвинта

β - коефіцієнт потужності гвинта

ρ - щільність повітря

n - обороти гвинта

D - діаметр гвинта

V - швидкість літака

Конструкторська частина

2.1 Вибір обладнання та оснащення

Основний напрямок у розвитку приладобудуванні полягає у підвищенні точності та надійності приладів та зменшення їх трудомісткості складання. Зменшення трудомісткості складальних робіт можливо досягти за рахунок забезпечення технологічності конструкції виробів, що виготовляються, впровадження сучасного та прогресивного обладнання та технологій, вдосконалення організації праці та виробництва в цілому.

Робоче місце - первинна і основна ланка виробництва, раціональна його організація має найважливіше значення у всьому комплексі питань наукової організації праці. Саме на робочому місці відбувається поєднання елементів виробничого процесу - засобів праці, предметів праці та самого праці. На робочому місці досягається головна мета праці - якісне, економічне і своєчасне виготовлення продукції або виконання встановленого обсягу роботи [12].

Для складання “безпілотного літального апарату” необхідно таке обладнання:

1. Стіл для складання 7204-006 ГОСТ 1636-71;
2. Викрутка ГОСТ 17199-88;
3. Стіл контролера;
4. Стелаж для зберігання готової продукції;
5. Стелаж для зберігання складальних одиниць та деталей між операціями;
6. Стелаж для зберігання обладнання та інструментів;
7. Плоскогубці;
8. Клей на основі дихлоретанолу;
9. Канцелярський ніж.

При необхідності можливе використання іншого підручного слюсарного інструменту.

2.2 Пристосування для складання крила безпілотного літального апарату

2.2.1 Опис пристосування для складання крила безпілотного літального апарату.

Пристосування призначене для складання крила безпілотника представлено на кресленні ДПБР.ПБ4105.1720.006 (Додаток А).

Воно складається з балок, опор, кронштейнів та фіксаторів які фіксують положення рами крила для подальшого його обшивання.

Перед початком процедури обшивки, виставити балки на відстань не більше 500мм між ними та зафіксувати їх. Далі необхідно встановити каркас крила яке буде обтягуватись на спеціальні стійки та зафіксувати його фіксаторами. Після того як всі деталі конструкції зафіксовані можна починати обшивку крила.

2.2.2 Принцип роботи пристосування для складання

Завданням стапеля є дотримання заданого профіля крила при його обшивці. В ньому забезпечена можливість збірки крила літального апарату, що має кронштейни навіски, зокрема елерони, що збирається з монолітного корпусу і кронштейнів навішування. При використанні стапеля досягається забезпечення високопродуктивного процесу складання і його відносна простота, а також підвищення безпеки і зручності монтажу та підвищенні якості готового виробу і, як наслідок, збільшенні терміну служби.

Для досягнення зазначеного технічного результату спеціально сконструйований стапіль для збірки крил літального апарату. Стапіль містить монтажну (опорну) раму і систему базування і фіксації рами самого крила. Система базування і фіксації включає кронштейни навішування зазначеного крила, фіксатори проксимального, по відношенню до кронштейнів навішування, поздовжнього краю корпусу, фіксатори корпусу по його поперечним бічним краях з боку проксимального, по відношенню до кронштейнів навішування, ділянки корпусу і фіксатори корпусу по його поперечним бічним краях. Монтажна рама має прямокутну форму. Вузли базування кронштейнів навішування і фіксатори

розташовані на одній зі сторін прямокутної монтажної рами, іменованої базовою стороною, і кожен з них містить змонтовану в власниках установчу вісь, розташовану співвісно настановної осі іншого вузла. Кожен із зазначених вище фіксаторів включає опору базування і засіб для притиснення корпусу до цієї опори. Фіксатори корпусу по його поперечним бічним краях розташовані протилежно один одному на тих ділянках протилежних бічних сторін опорної рами, які примикають до базової сторони рами. Фіксатори корпусу по його поперечним бічним краях розташовані протилежно один одному на тих ділянках протилежних бічних сторін монтажної рами, які примикають до настановної сторони рами, протилежної базової сторони рами.

2.2.3 Розрахунок елементів стапеля на жорсткість і міцність

У практичних розрахунках користуються спрощеними розрахунковими схемами, розчленовуючи весь каркас стапеля на найпростіші елементи: балки, рами. Для яких можна використовувати існуючі нормовані таблиці та графіки.

Для визначення розрахункової деформації елементів каркасу пристосування було проведено обстеження дійсних деформацій у великого числа існуючих і нормально працюючих стапелів, при цьому було встановлено, що для нормальної роботи стапеля допустима величина згинальної деформації від змінного навантаження, що дорівнює 0,1 мм. В даному випадку кінці балки слід вважати зацімленими.[16, 17]. Для розрахунку необхідно визначити величину змінного навантаження $P_{\text{пер}}$ в залежності від характеру розподілу змінного навантаження і розрахункової схеми визначається значення коефіцієнта K . Для визначення K необхідно визначити відношення a / ℓ і по табличних даних :

$$a / \ell = 0,5, \text{ отже, } K = 0,25.$$

Визначимо змінну навантаження, що діє на балку. Вона складається з маси балки, що навішуються на неї рубильників і макетних шпангоутів.

Маса самої балки 1,2 кг. (Швелер 18а довжина м).

Маса рубильників і макетних шпангоутів становить 4 кг.

Загальна змінне навантаження:

$$P_{\text{пер}} = 5.2 \text{ кг.}$$

Виходячи з цих даних, визначається потрібна жорсткість балки:

де $P_{\text{пер}}$ змінне навантаження;

l довжина балки;

f допустимий прогин, 0,1;

EJ жорсткість балки.

За даним значенням вибираємо перетин балки:

$$\int \frac{KP_{\text{пер}} l}{EJ}$$

$$EJ = \frac{KP_{\text{пер}} l^3}{f}$$

$$EJ = \frac{0.25 \cdot 5.2 \cdot 5^3}{1 \cdot 10^{-4}} = 1.02 \cdot 10^{10} \text{ кг} \cdot \text{см}^2$$

$$H=300\text{мм}$$

$$B=200\text{мм}$$

$$E_{jx} = 2.44 \cdot 10^{10} \text{ кг} \cdot \text{см}^2$$

$$E_{jy} = 1.08 \cdot 10^{10} \text{ кг} \cdot \text{см}^2$$

$$q=63.6\text{ру/м}$$

Перевірка міцності кріплення кронштейна до колони

Кронштейн закріплений на 12 болтах. Для розрахунку враховуємо роботу тільки двох болтів, що працюють на розтяг під дією моменту.

$$M = Rl,$$

Де $R=5\text{кг}$ – реакція балки кронштейна.

$l=50\text{мм}$ - плече цієї сили

Рівність моментів:

$$Rl=2P\partial h$$

Де $h=30\text{мм}$ - відстань між болтами

$$R_{\partial} = \frac{Rl}{2h} = \frac{500 \cdot 50}{2 \cdot 30} = 4.16 \text{ кг}$$

Зусилля що припадає на 1 болт:

$$q_{\text{дог}} = 2,2 \text{ кг/см}^3$$

Умови міцності виглядають як $P_{\text{болта}} \leq [P_{\text{болта}}]$

Допустиме зусилля беремо приймаючи подвійний запас міцності

$$[P_{\text{болта}}] = \frac{P_{\text{б}}}{2} = \frac{2.1}{2} = 1.05 \text{ кг}$$

Де $P_{\text{б}}$ - зусилля при якому напруження в болті дорівнюють межі текучості.

Прийнявши $\sigma_{\text{доп}} = \sigma_{\text{т}} / 2 = 3.69 / 2 = 1.84 \text{ кг / м}^2$ отримаємо

необхідний перетин болта: $F_{\text{болта}} = P_{\text{болта}} / \sigma = 41.66 / 1.84 = 22.64 \text{ мм}^2$

Це відповідає діаметру болта 1.6 мм, сталь 30ХГСА.

Умови міцності виконуються.

2.3 Пристосування для свердління нервюр

2.3.1 Опис пристосування для свердління нервюр

Контрольне пристосування призначене для свердління нервюр, являє собою стійку в яку встановлюється дрель ДПБР.ПБ5107.1702.007 (Додаток А). Використовується дане пристосування через недоцільність використання свердлильних станків, оскільки оброблювані деталі дуже малі та за допомогою нього, робітник може виконувати свердління безпосередньо на його робочому місці на звичайному столі без потреби використовувати інші пристосування та мінімізуючи час на обробку деталі.

2.3.2 Принцип роботи пристосування

Зажимами називають механізми, що усувають можливість вібрації або зсуву заготовки щодо настановних елементів під дією власної ваги і сил, що виникають в процесі обробки. Розрахунок сили затиску зведений до вирішення завдання

статики на рівновагу твердого тіла під дією зовнішніх сил. До затиснутої дрелі з одного боку прикладена сила тяжіння і сили, що виникають в процесі обробки, з іншого - шукані затискні сили і реакції опор.

2.3.3 Розрахунок сили затиску дрелі в стійці

Розрахунок сили затиску зведений до вирішення завдання статики на рівновагу твердого тіла під дією зовнішніх сил. До затиснутої дрелі з одного боку прикладена сила тяжіння і сили, що виникають в процесі обробки, з іншого - шукані затискні сили і реакції опор.

Рівняння рівноваги $\sum M = 0$, де

$$M = Q \cdot f \cdot R, \text{ звідки } Q = \frac{k \cdot M}{f \cdot R} + k \cdot P$$

Де Q- сила затиску

R- осева сила

k=2.25 - коефіцієнт запасу

f=0.25 - коефіцієнт тертя

Визначення сили тертя

$$Q = \frac{k \cdot M}{f \cdot R} + k \cdot P$$

$$Q = \frac{2.25 \cdot 4}{0.25 \cdot 25} + 2.5 + 125 = 128,94 \text{ Н}$$

$$P = Q - tg(\alpha + \varphi) = 128.94 \cdot tg(15 + 5) = 2578 \text{ Н}$$

Сила затиску буде дорівнювати

$$M = 128,94 \cdot 0,25 \cdot 125 = 4029,375 \text{ Н}$$

2.4 Проектування ділянки цеху складання «Розподільчого щита потоку повітря»

2.4.1 Опис ділянки цеху

Планування спроектованої ділянки цеху складання представлено в Додатку А, на кресленні ДПБР.ПБ5107.1702.008.

Вона містить 4 різних робочих місць для складання виробу, склад середньогабаритних деталей, склад малогабаритних деталей, ділянку контролю профіля крила, ділянку для свердління нервюр та склад готових виробів.

На ділянці складання виробів призначене місце для працівника, столу для складання, стелажа інструментів, стелажа складальних одиниць та місця для вагонетки.

2.4.2 Розрахунок ділянки складання

Завдання розрахунку ділянки складання включають:

- визначення трудомісткості складальних робіт на ділянці;
- розрахунок числа робочих місць;
- розрахунок числа основних робочих (слюсарів-складальників) і кількості працюючих на ділянці;
- розрахунок виробничої площі складального ділянки і його компонування на плані цеху.

Трудомісткість складальних робіт по техніко-економічними показниками проектів галузі може бути визначена по одному з двох способів [3]:

1. За показником трудомісткості складальних робіт 1 т маси виробу.
2. За середньогалузевим показником трудомісткості складальних процесів, які представляють відношення часу складальних робіт виробу до часу на виготовлення деталей даного з'єднання за всіма видами обробки, починаючи з заготівлі.

Види робіт, операції:

1. Складання приладу;
2. Свердління в зборі.

Розрахункова кількість обладнання визначається за формулою $S_{\text{рас}} = T_p / F_d \cdot K_v$

Де, T_p - трудомісткість виготовлення приладу по кожній операції за квартал (годину.);

F_d - дійсний фонд часу роботи обладнання (в годину);

Кв - коефіцієнт виконання норм.

Трудомісткість виготовлення приладу за квартал визначається за формулою:

$$T_p = t_{шт} N / 60$$

де, $t_{шт}$ - трудомісткість виготовлення приладу на окремих операціях в хв.;

N- квартальна програма випуску приладу.

Складання

$$T_p = 8,4 \cdot 2244 / 60$$

$$T_p = 314,16$$

Свердління в складі

$$T_p = 2,3 \cdot 2244 / 60$$

$$T_p = 86,02$$

Розрахунок дійсного фонду часу роботи обладнання ведеться на підставі наступних формул:

$$F_d = F_n \cdot K_{ст} \text{ (годину)}$$

$$F_n = D_p \cdot F_c \cdot C \text{ (годину)}$$

$$K_{СТ} = 1 - a / 100,$$

Де, F_n - номінальний фонд часу роботи обладнання (годину.);

D_p - число робочих місць в кварталі;

C - число змін;

$K_{ст}$ - коефіцієнт корисного використання обладнання;

a - відсоток простою обладнання в ремонті.

Розрахунки:

$$D_p = 63 \text{ дня;}$$

$$F_c = 8 \text{ годин;}$$

$$C = 1 \text{ зміна.}$$

$$F_d = F_n \cdot K_{ст}$$

$$F_d = 1008 \cdot 0,96 = 967$$

$$F_n = D_p \cdot F_c \cdot 3$$

$$F_n = 63 \cdot 8 \cdot 1 = 504$$

Після визначення трудомісткості T_p по операціях дійсного фонду часу роботи обладнання F_d визначають розрахункову кількість обладнання $S_{расч}$.

Розрахунок кількості обладнання:

$$1. \text{Складання } S_{розр} = 2,7; S_{факт} = 3$$

$$2. \text{Свердління в складі } S_{розр} = 0,77; S_{факт} = 1$$

Фактична кількість обладнання $S_{факт}$. отримується шляхом округлювання розрахункової кількості обладнання $S_{розр}$. в більшу сторону Знаходять $\Sigma S_{факт}$. Ступінь зайнятості обладнання роботою, закріпленої за ним, характеризується коефіцієнтом завантаження устаткування.

$$K_{загр.} = S_{розр} / S_{факт}$$

$$\text{Складання: } K_{загр.} = 2,7 / 3 = 0,9$$

$$\text{Свердління в складі: } K_{загр.} = 0,77/1=0,77$$

Середній коефіцієнт завантаження обладнання по цеху:

$$K_{СР. загр.} = \Sigma S_{розр.} / \Sigma S_{факт.}$$

де, $\Sigma S_{розр}$ - сума розрахункової кількості обладнання;

$\Sigma S_{факт}$ - сума фактичної кількості обладнання.

$$K_{СР. загр.} = 44,95 / 50 = 0,90$$

Відсоток завантаження визначається:

$$K_{загр.} = 100\% S_{розр} / S_{факт.}$$

$$K_{загр.скл} = 90\%$$

$$K_{загр.св} = 77\%$$

Площа ділянки цеху:

До допоміжної площі $S^{доп}$ відноситься територія цеху, зайнята допоміжними відділеннями, а також магістральними і пожежними проїздами, які обслуговують кілька цехів або ділянок, розташованих в одному корпусі.

У розрахунках, виконуваних у процесі проектування цеху, враховується тільки виробнича і допоміжна площа. Сума виробничої і допоміжної площі називається загальною технологічною площею цеху $S^ц = S_{вр} + S^{доп}$. Площа службово-побутових приміщень $S^{с.п.}$ враховується в будівельній частині проекту.

Точне значення площі визначається шляхом розміщення всього обладнання, робочих місць та інших пристроїв на плані цеху або корпусу з урахуванням установлених норм розривів між устаткуванням і ширини проходів і проїздів.

Щоб визначити необхідну площу ділянки складальних місць цеху потрібно:

$$S^{BP} = \sum_{i=1}^N S_{\text{пит}}^{BP};$$

Де $S_{\text{пит}}^{BP}$ – питома виробнича площа на i -у одиницю робочого місця,

N - кількість робочих місць на ділянці цеху.

Так як для складання середньогабаритних виробів площа, яка виділяється для складальника дорівнює $10 \div 12 \text{ м}^2$ то

$$S^{BP} = \sum_{i=1}^5 12 = 60 \text{ м}^2;$$

Площа приміщень для контролю варіюється розміщенням в ній обладнанням і дорівнює 20 м^2 для контролю профіля крила та кутів встановлення крила та оперення.

$S_{\text{контр}}$ - загальна площа контрольного відділення. Площу контрольного приміщення приймаємо рівною 16 м^2 . Місця контрольного приміщення обладнано стелажми для допоміжних інструментів, стелажми для перевірених і неперевірених виробів.

$S_{\text{скл}}$ - загальна площа цехових складів заготовок, деталей, формувальних матеріалів, шихти, напівфабрикатів. Площа складського приміщення залежить від кількості і габариту виробів, які зберігається.[4]

Загальні висновки до дипломного проекту

В даному дипломному проекті бакалавра було розглянуто «безпілотний літальний апарат». Даний пристрій призначений для польотів на невеликі відстані з метою аеро фото та відео зйомки.

В технологічній частині проекту було розглянуто конструкцію безпілотного літального апарату та його принцип роботи, виконано аналіз виробу на технологічність, в результаті чого визначено, що комплексний показник технологічності складання даного виробу становить 0,499, тобто технологічність добра. Також було виконано розрахунок таких виробничих показників як форма складання та програма випуску, згідно яких отримано дрібносерійний тип виробництва і, відповідно, стаціонарну концентровану форму складання. Розроблено структурну схему складання виробу та технологічний процес складання, який представлений у вигляді технологічної схеми складання. Був виконаний розрахунок на забезпечення параметричної точності, а саме розрахована міцність клеєвих з'єднань та тяга гвинта двигуна.

В конструкторській частині було розроблено два пристосування для складання та обробки певних деталей та вузлів приладу, виконанні необхідні розрахунки конструкцій даних пристосувань та наведено їх принцип дії і описані самі процедури складання. На підставі всіх отриманих розрахункових даних в дипломному проекті було спроектовано ділянку цеху для складання безпілотного літального апарату, розраховано всі необхідні параметри та накреслено план ділянки цеху, який повністю відповідає запропонованому маршруту складання виробу.

Список використаних джерел

1. Румбешта В. О. Технологія складання, регулювання та випробування приладів / В. О. Румбешта. – Київ, 2013. – 360 с.
2. Стельмах Н.В. Формування моделі опису структури складального виробу в приладобудуванні // Н.В. Стельмах // Наукові вісті НТУУ КПІ. - 2013. - 1. - С. 106–110.doi.org/10.20535/1810-0546.2013.1.90717
3. Яновский Г. А. Методика отработки конструкций на технологичность и оценки уровня технологичности изделий машиностроения и приборостроения [Текст] / Г. А. Яновский, С. И. Генкин. – Москва: Гос. ком. стандартов Совета Министров СССР. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т по нормализации в машиностроении "ВНИИНмаш", 1973. – 102 с.
4. Карасьов П. І., Стельмах Н. В. Автоматизація польотного контролю безпілотних літальних апаратів. – 2018.
5. Джур, Є.О. Проектування машинобудівних заводів та цехів. Загальна частина [Текст]: навч. посіб. /Є.О. Джур, О.В. Бондаренко. – Д.: “Інновація”, 2011. – 109 с.
6. Grigory S. Tymchik, Nataliia V. Stelmakh, Anatoliy S. Vasyura, Waldemar Wójcik, Kuanysh Muslimov, "Automated generation of the design solution of the assembly in instrument engineering," Proc. SPIE 10808, 1080828 (1 October 2018); doi: 10.1117/12.2501560.
7. Самчинська С. С. Електронний навчальний посібник з дисципліни: "Організація виробництва" / С. С. Самчинська. – Ковель, 2010.
8. Буловский П.И. Основы сборки приборов. - М.: Машстр., 1970, - 200с.
9. Штефан Є.В, Литвиненко О.А. Технологічні основи машинобудування : Конспект лекцій для студ. за напрямом підготовки 6.050502 «Інженерна механіка», 6.050503 «Машинобудування» денної та заочної форм навч. – К.: НУХТ, 2013. – 176 с.
10. Румбешта В.А. Основи технології складання приладів. - К. : ІДСО, 1993.- 303 с

11. Остафьев В.А., Румбешта В.А., и др. Основы технологической подготовки производства. - Киев : Вища школа, 1977. –
12. Гаврилов А.Н. Основы технологии приборостроения. М.: Высш. школа, 1976.-328 с.
13. Гаевой А. И. Справочник по физике для поступающих в ВУЗы / А. И. Гаевой. – Киев, Репина, 3: Наукова думка, 1968. – 358 с.
14. Долгушев Ю.М. Технология приборостроения.- М.: Машиностроение, 1978, - 168с.
15. Справочник авиаконструктора. Том I. Аэродинамика самолета Издание Центрального аэро-гидродинамического института, 1937. — 512 с. ил.
16. Справочник авиаконструктора. Том III. Прочность самолета М.: Издание Центрального аэрогидродинамического института, 1939. — 654 с.
17. Справочник авиаконструктора. Том II. Гидромеханика гидросамолета М.: Издание Центрального аэрогидродинамического института, 1938. — 280 с.
18. Разработка методологии проектирования малых беспилотных летательных аппаратов на солнечной энергии.- 2019.
19. Обґрунтування та вибір гвинтового рушія при проектуванні безпілотного літального апарату / П. І. Карасьов, Н. В. Стельмах збірник праць / КПІ ім. Ігоря Сікорського, ПБФ. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – С. 155–158. – Бібліогр.: 7 назв.

Додаток А

Додаток Б

Додаток В

Додаток Г

10	1
----	---

Група компаний ADEM			A.D.0214.1.47906	
			0	

СОГЛАСОВАНО
Председатель ЗАКЗАЧУКА

A.A.Павлов

УТВЕРЖДАЮ
Главный механик

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Гл. конструктор

И.К.Фадеев

Науч. Тб

Ведущий технолог

С.А.Судопов

Науч. Тб

K.N.Φαβέρδου

AKEN

Рикордсманс №

A1.02141.47906A1.50141.47906

Код, наименование оборудования	Опер.	Код, наименование операции
--------------------------------	-------	----------------------------

Обозначение документа			
СМ	Проф.	Р	УТ К
ПИ	Д	УЛ	В Л

CONA	EH	ON	Kum.	Tn3.	Tum
†	†		S	n	v

6. Вспомогательный аккумулятор поз.17 в корпусе поз. 26

7. Вспомогательный персонал отборочных матчей 03.19 и матчей 03.26

8. Вспомогательная камера поз. 21 в корпусе поз.26

9. Вєрєбєлєв Євгєн Євгєнєвич поз.23 в копії поз.26

10. Встаўлены павольныя кантролер поз.18 ў корпус поз.26

11 Зоклимілімілі пнмелі нз зл в колпир нз зб

17 Бромбиуми климатил GPS нэг 27 б кноуил нэг 26

11

13 Бєдєдѣиши крїстїкї нєз 17 ѿ кєнєцє нєз 26

ACCEPTED MANUSCRIPT

11

Карта технологического процесса

4

[illegible]

EH	ON	Kum.	Tn3.	Tum
i		S	n	v

→

0740

06

— — — — —

28

КТП Топик для информационно-технологической / карты технологического процесса	5
--	---

2

[illegible]

метод					
КР	КОИД	ЕН	ОН	Куш.	Тнз.
Т	т	і		С	П
					У

	—
	—

[illegible]

	—
	—

[illegible][illegible][illegible]

	—
	—

[illegible][illegible]

[illegible][illegible]

[illegible]

A	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код	наименование операции	Обозначение документа													
Б	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшп.	Тпз.	Тшп			
Р							ПМ		Д	УЛУ	В		Л		т	і		S	п	у

Обозначение документа										
СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшм.	Тпз.	Тшм
ПИ	Д	ИЛИ	В		+	+		5	П	У

0 01	5. Встановити сербонривод поз.5 на хвосцмоду баккы поз.8			
------	--	--	--	--

02			

0 03	6. Вспомогательный				
0 03	6. Вспомогательный				

				+0
			-	+4

05			
05			

A 06	040 8800 C60PKA			
------	-----------------	--	--	--

6 07	1	1	1
------	---	---	---

0 08	1. Прокласти проводку в канал внутрішньо компютерної фізикалізації
------	--

60			

0 10	2. Пѣд'днати електронѣку до аккумулятора поз.17
------	---

<p> $\frac{1}{2}$ </p>	<p> $\frac{1}{2}$ </p>
-----------------------------------	-----------------------------------

[illegible]

71	
----	--

<p>  </p>	<p>  </p>
---	---

16	
----	--

17	
----	--

КТП	Карта технологического процесса	Untitled1.adm	8
Только для некоммерческого использования!			

	A1.5014.1.47906
--	-----------------

Обозначение документа										
СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшм.	Тпз.	Тшм
ПН	В	В	Л		+	+		5	П	У

[illegible]

Процент контроля 100%.

Процент контроля 100%.

[illegible][illegible]

Downloaded from <http://ajphaphysocpharm.sagepub.com/> at 11:06 11 November 2014

[illegible]

Year	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Population (millions)	7.7	7.9	8.1	8.3	8.5	8.7	8.9	9.1	9.3	9.5	9.7	9.9	10.1	10.3	10.5	10.7	10.9	11.1	11.3	11.5	11.7
GDP (trillion USD)	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
Life expectancy (years)	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94
Urban population (%)	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95
Renewable energy (%)	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
CO2 emissions (Gt)	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
Forest cover (%)	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Healthcare expenditure (USD/billion)	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300
Internet usage (%)	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	98	100	100	100	100	100	100	100	100
Gender inequality index	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95
Human Development Index	0.70	0.72	0.74	0.76	0.78	0.80	0.82	0.84	0.86	0.88	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

[illegible][illegible][illegible]

Лист регистрации изменений

[illegible]

	A1.50141.47906
--	----------------

Обозначение документа										
СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшм.	Тпз.	Тшм
П	Д	У	В	Л	Т	І		С	П	У

[illegible][illegible][illegible]

Процент контроля 100%.

[illegible]

Процент контроля	100%.
------------------	-------

[illegible][illegible][illegible]

[illegible][illegible][illegible][illegible][illegible]

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

10 1

Группа компаний АДЕМ			АД.02141.47906
		0	

Министерство машиностроения

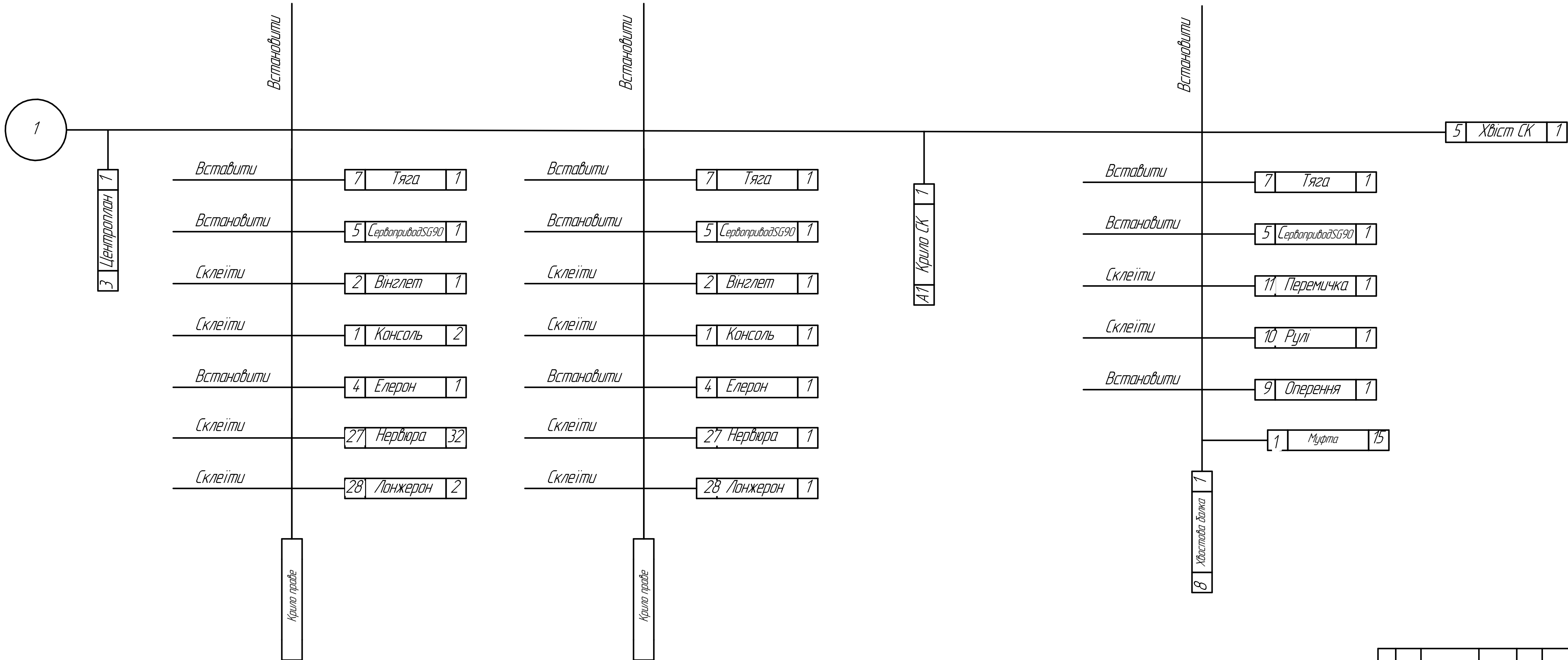
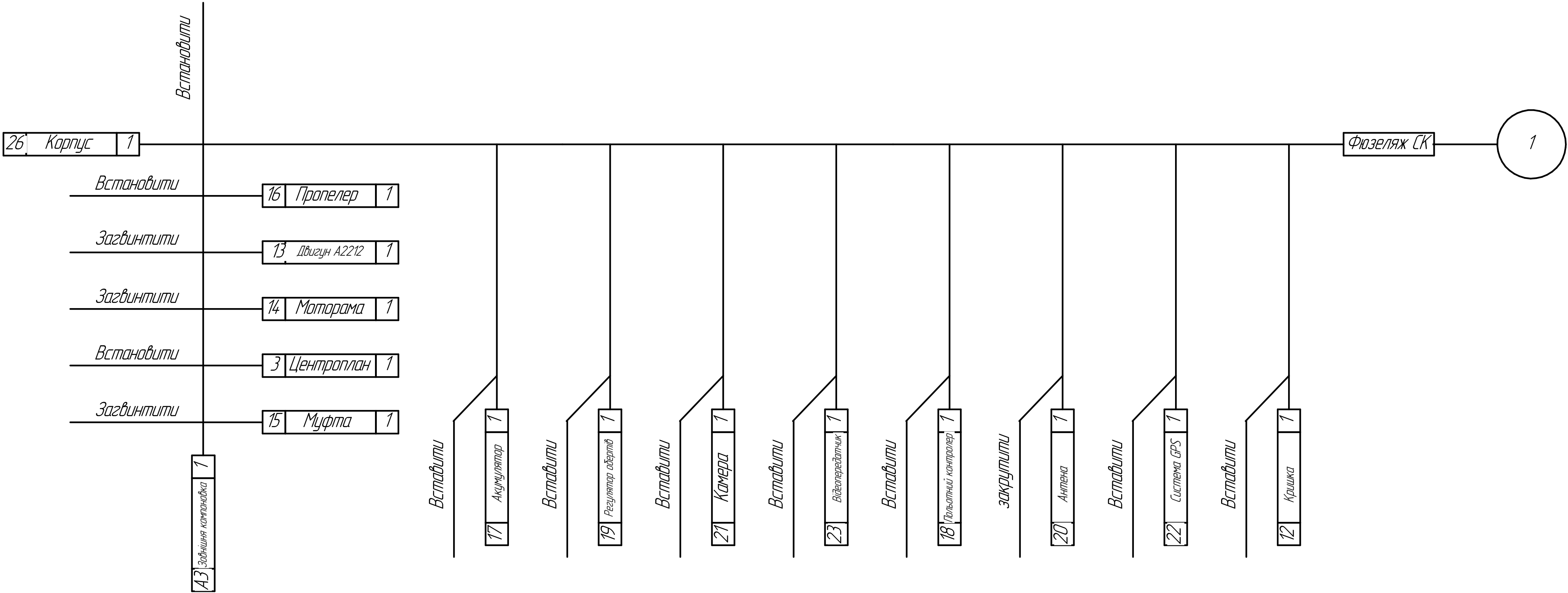
СОГЛАСОВАНО
Представитель заказчика
_____ А.А.Павлов

УТВЕРЖДАЮ
Главный технолог

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
механической обработки

Гл. конструктор
_____ И.К.Фадеев
_____ С.А.Сидоров
_____ К.И.Фадеева
Акт N от

Руководство №



005 Комплектувальна

1 Комплектувати деталі відповідно до специфікації

010 Підготовча

1 Розконсервувати деталі

2 Контролювати якість деталей

015 Складання вузла Фюзеляж СК

1 Встановити центроплан поз.3 у корпус поз.26

2 Загвинтити мотораму поз.14 в корпус поз.26

3 Загвинтити двигун поз.13 в мотораму поз.14

4 Встановити пропелер поз.16 на двигун поз.13

5 Загвинтити муфту поз.15 в корпус поз.26

6 Вставити акумулятор поз.17 в корпус поз.26

7 Встановити регулятор оберті́в поз.19 в корпус поз.26

8 Вставити камеру поз.21 в корпус поз.26

9 Вставити відеопередатчик поз.23 в корпус поз.26

10 Вставити польотний контролер поз.18 в корпус поз.26

11 Закрутити антену поз.20 в корпус поз.26

12 Вставити систему GPS поз.22 в корпус поз.26

13 Вставити кришку поз.12 в корпус поз.26

020 Складання вузла Крило ліве СК

1 Склеїти лонжерон поз.28 та нервюри поз.27

2 Встановити елерон поз.4 на нервюри поз.27

3 Склеїти консоль поз.1 з нервюрами поз.27

4 Встановити сервопривод поз.5 на лонжерон поз.28

5 Склеїти вінглет поз.2 з консолю поз.1

6 Встановити тягу поз.7 в сервопривод поз.5

025 Складання вузла Крило праве СК

1 Склеїти лонжерон поз.28 та нервюри поз.27

2 Встановити елерон поз.4 на нервюри поз.27

3 Склеїти консоль поз.1 з нервюрами поз.27

4 Встановити сервопривод поз.5 на лонжерон поз.28

5 Склеїти вінглет поз.2 з консолю поз.1

6 Встановити тягу поз.7 в сервопривод поз.5

030 Складання вузла Крило СК

1 Встановити крило ліве поз.А4 в центроплан поз.3

2 Встановити крило праве поз.А5 в центроплан поз.3

035 Складання вузла Хвіст СК

1 Закрутити хвостову балку поз.8 в муфту поз.15

2 Встановити оперення поз.9 на хвостову балку поз.8

3 Склеїти рулі поз.10 з оперенням поз. 9

4 Склеїти перемичку поз.11 з оперенням поз.9

5 Встановити сервопривод поз.5 на хвостову балку поз.8

6 Вставити тягу поз.7 в сервопривод поз.5

040 Складання

1 Прокласти проводку в канали внутрішньої компоновки фюзеляжа

2 Під'єднати електроніку до акумулятора поз.17

3 Зафіксувати кришку поз.12 на корпусі поз.26

045 Контроль

1 Контролювати профіль крила по шаблонах

2 Контролювати кути установки крила та оперення

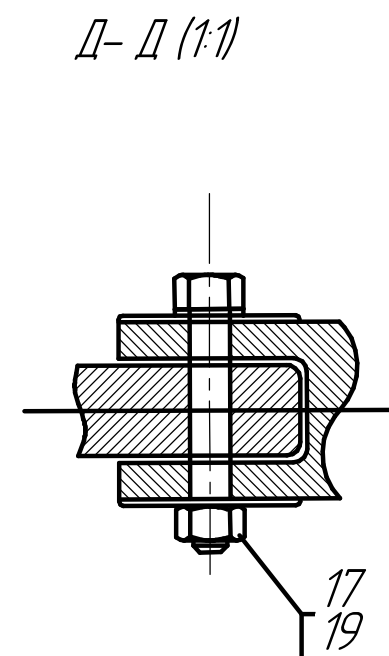
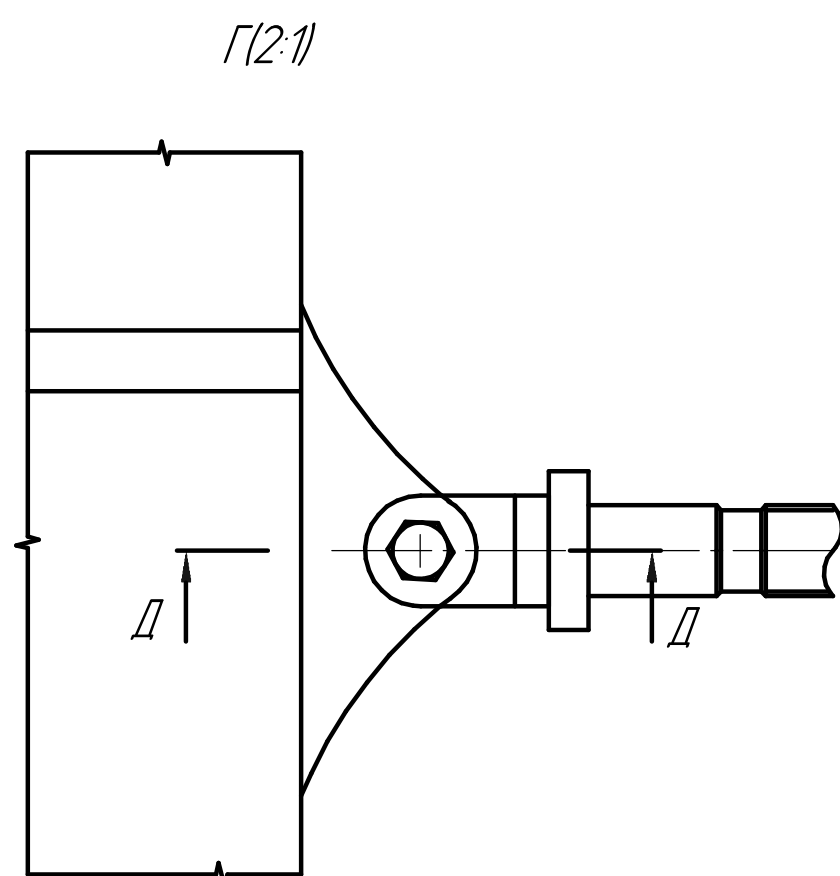
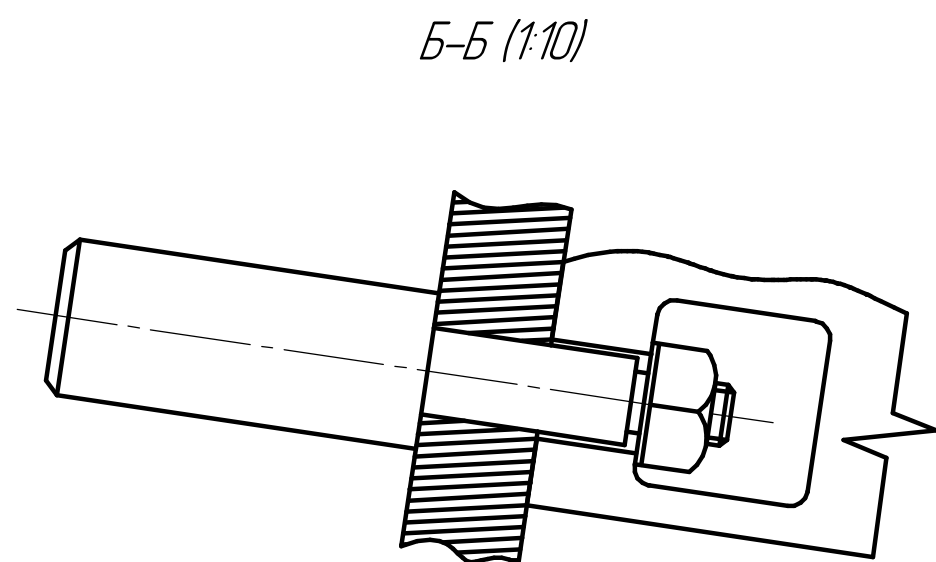
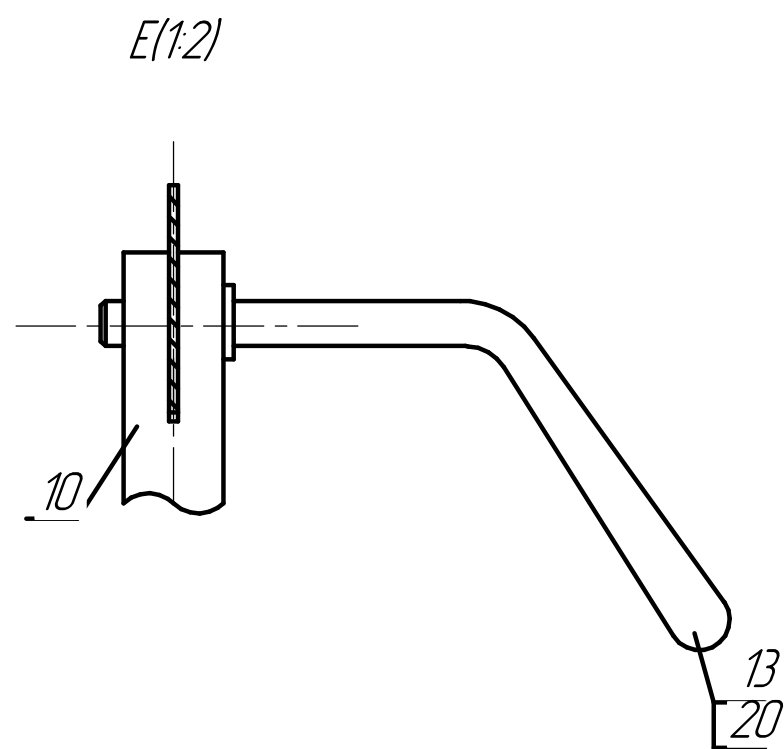
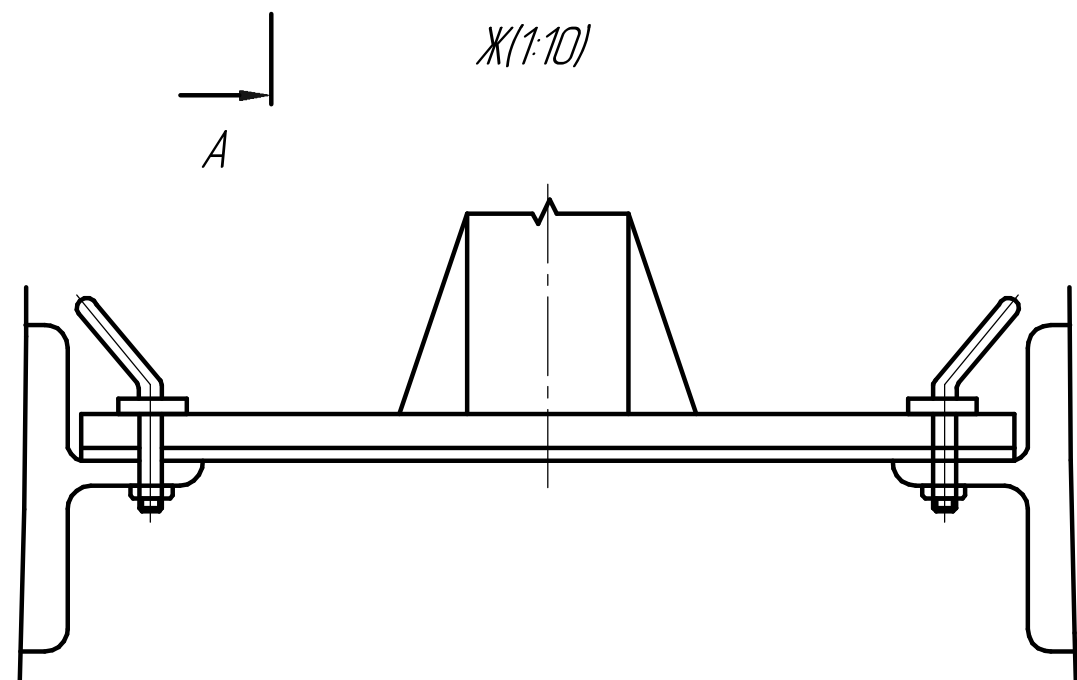
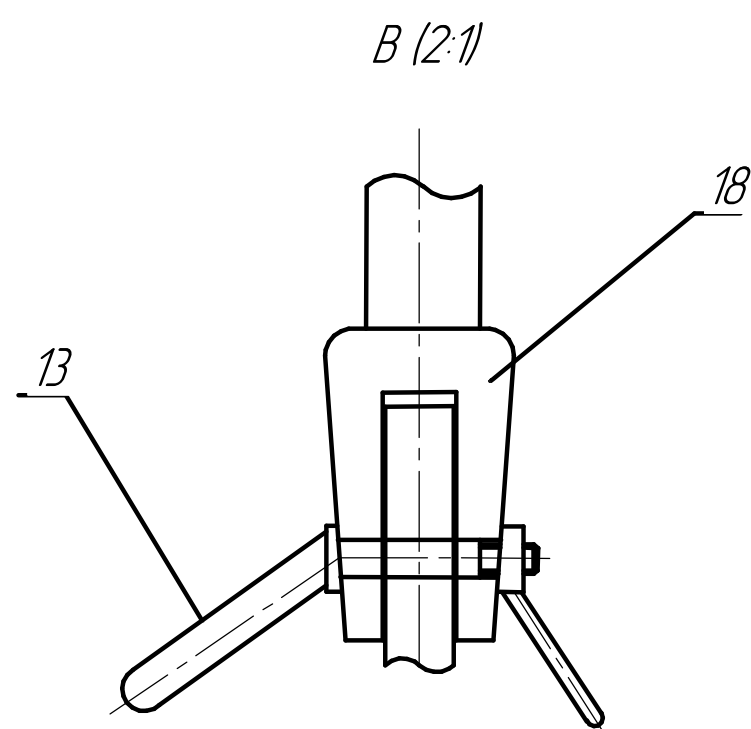
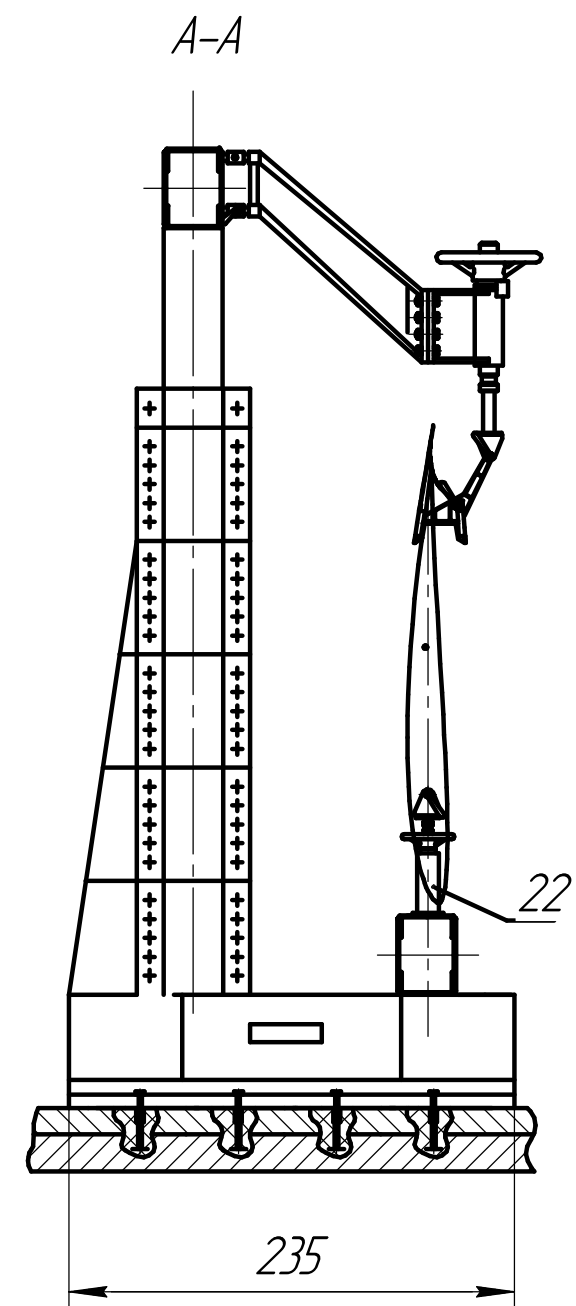
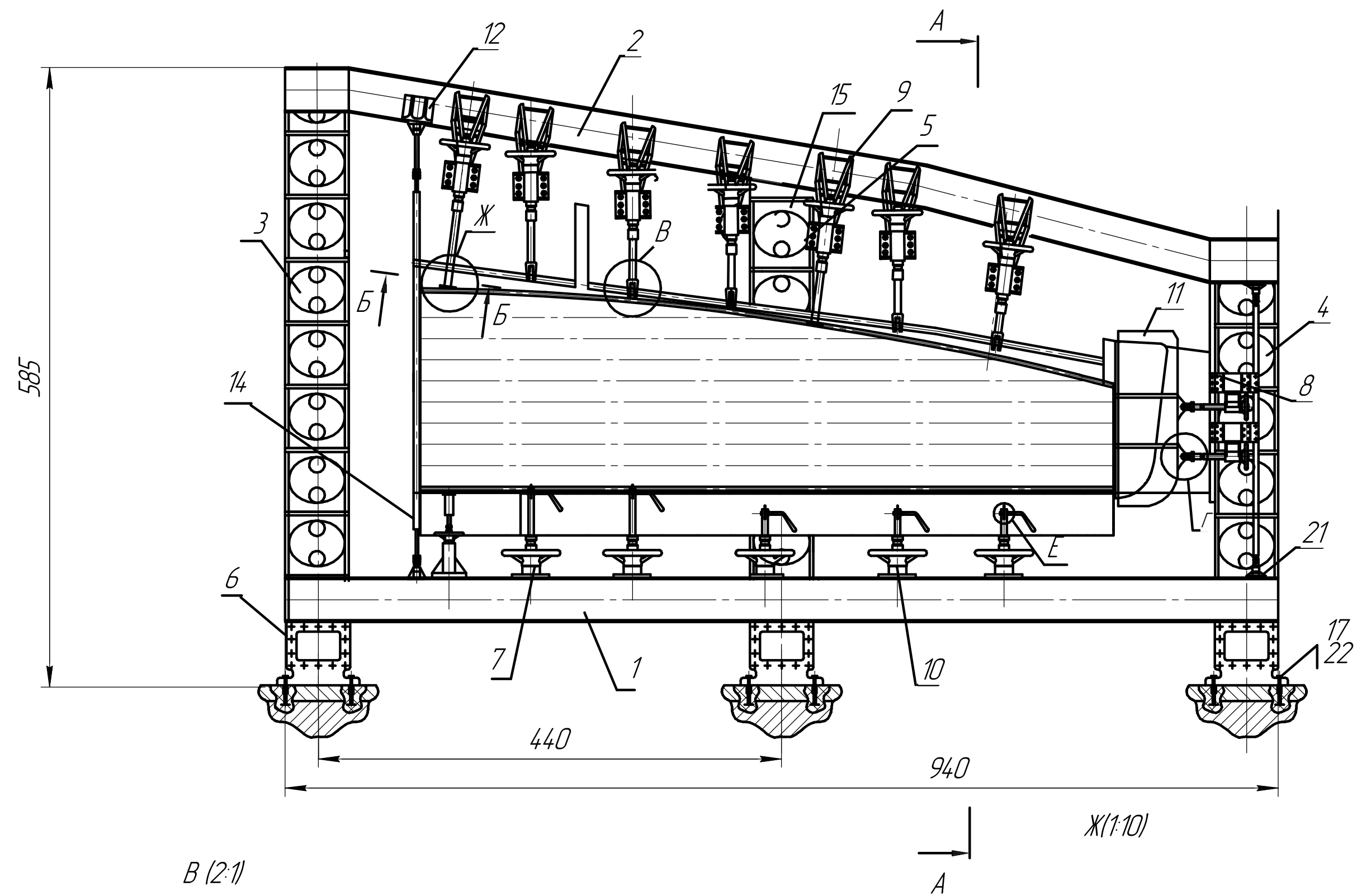
Безпілотний літальний апарат

[illegible]

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-сть	Примітка
				<u>Документація</u>		
A3			ДПБР.ПБ5107.00000.003.03	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	ДПБР.ПБ5107.00000.003.03.01	Електричний двигун А2212	1	
				<u>Деталі</u>		
		2	ДПБР.ПБ5107.00000.003.03.01.1	Моторама	1	
		3	ДПБР.ПБ5107.00000.003.03.01.2	Корпус	1	
		4	ДПБР.ПБ5107.00000.003.03.01.3	Кришка	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		5		Пропеллер Ø 20	1	
		6		Гвинт М4х6	6	
				ГОСТ 17473-80		
		7		Гвинт М2х4	4	
				ГОСТ 17473-80		
		8		Муфта зажимна 25х1/2	1	
				ДПБР.ПБ5107.1702.003.03		
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Фюзеляж СК (зовнішня компоновка)	
Розробив	Карасьов П.І.					
Перевірив	Стельмах Н.В.					
Т. Контр.						
Н. Контр.						
Затверд.					Літера Аркуш Аркушів	
					1 1	
					НТУУ «КПІ», ПБФ	

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-сть	Примітка
				<u>Документація</u>		
A3			ДПБР.ПБ5107.00000.003.04	Складальне креслення		
				<u>Складальна одиниця</u>		
		1	ДПБР.ПБ5107.00000.003.04.01	Акумулятор 3500mah	1	
		2	ДПБР.ПБ5107.00000.003.04.02	Польотний контролер S6R	1	
		3	ДПБР.ПБ5107.00000.003.04.03	Регулятор обертів 30А	1	
		4	ДПБР.ПБ5107.00000.003.04.04	Антенa 5.8 ГГц	1	
		5	ДПБР.ПБ5107.00000.003.04.05	Курсова FPV камера	1	
		6	ДПБР.ПБ5107.00000.003.04.06	GPS система Turnigy T1000FC	1	
		7	ДПБР.ПБ5107.00000.003.04.07	Відеопередатчик 5,8 ГГц	1	
				ДПБР.ПБ5107.1702.003.04		
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Фюзеляж СК (внутрішня компоновка)	
Розробив	Карасьов П.І.					
Перевірив	Стельмах Н.В.					
Т. Контр.						
Н. Контр.						
Затверд.					Літера Аркуш Аркушів 1 1 НТУУ «КПІ», ПБФ	

[illegible]

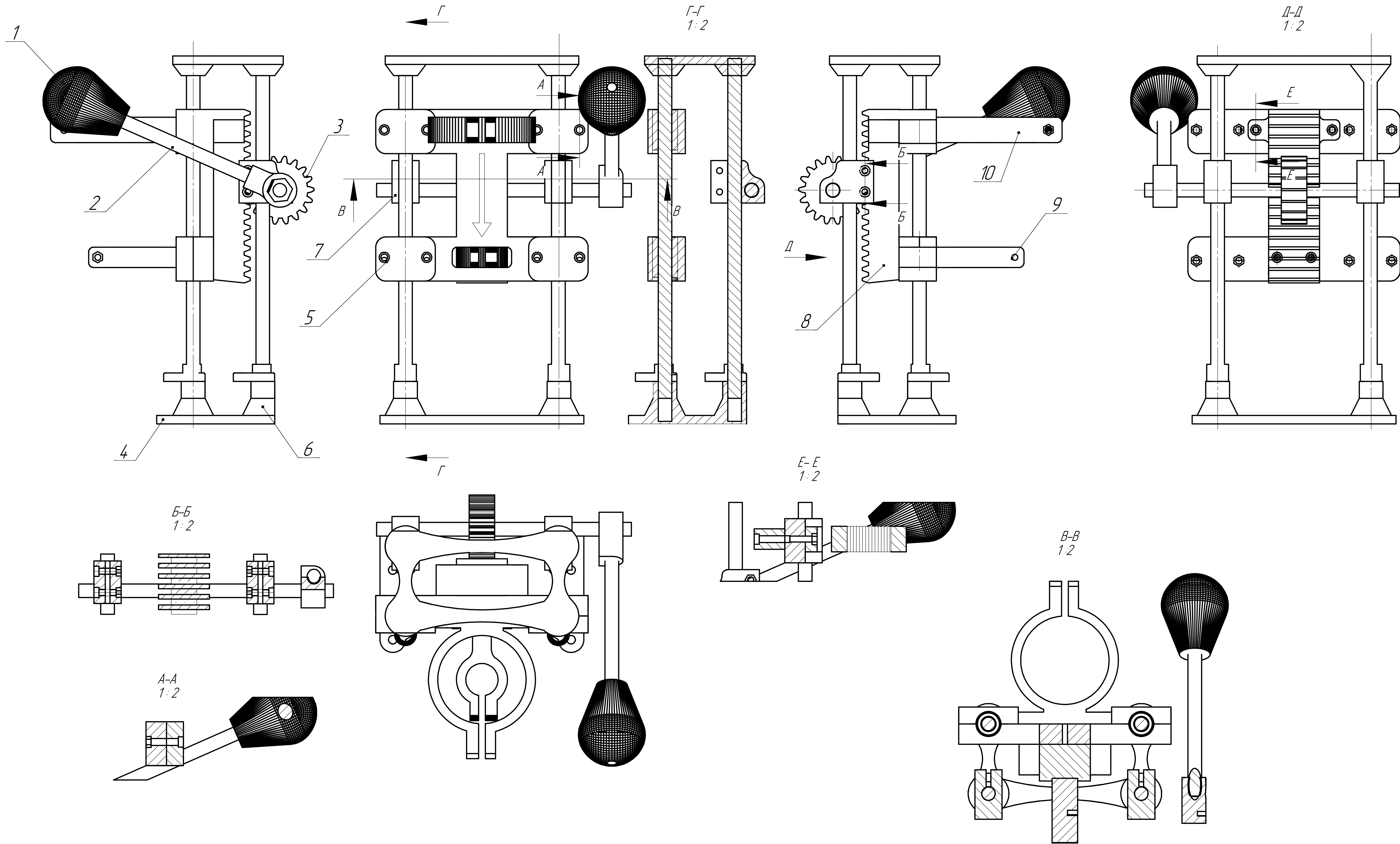


1. Монтаж пристосування проводити за допомогою шаблонів та нівеліра.
2. Після монтажу неробочі поверхні пофарбувати згідно схеми покраски дільниці.
3. Стاپель обладнати системою стиснутого повітря та освітленням напруза 36 В.

					ДПБР.ПБ5107.1702.006 СК				
Ізм.	Лист	№ док.	Підп.	Дата	Стاپіль для складання крила				
Разраб.		Корсаков П.							
Проб.		Степелях Н.			Лист	Масса	Масштаб	1:1	
І.контр.					Лист		Листов		1
І.контр.									
Утв.									

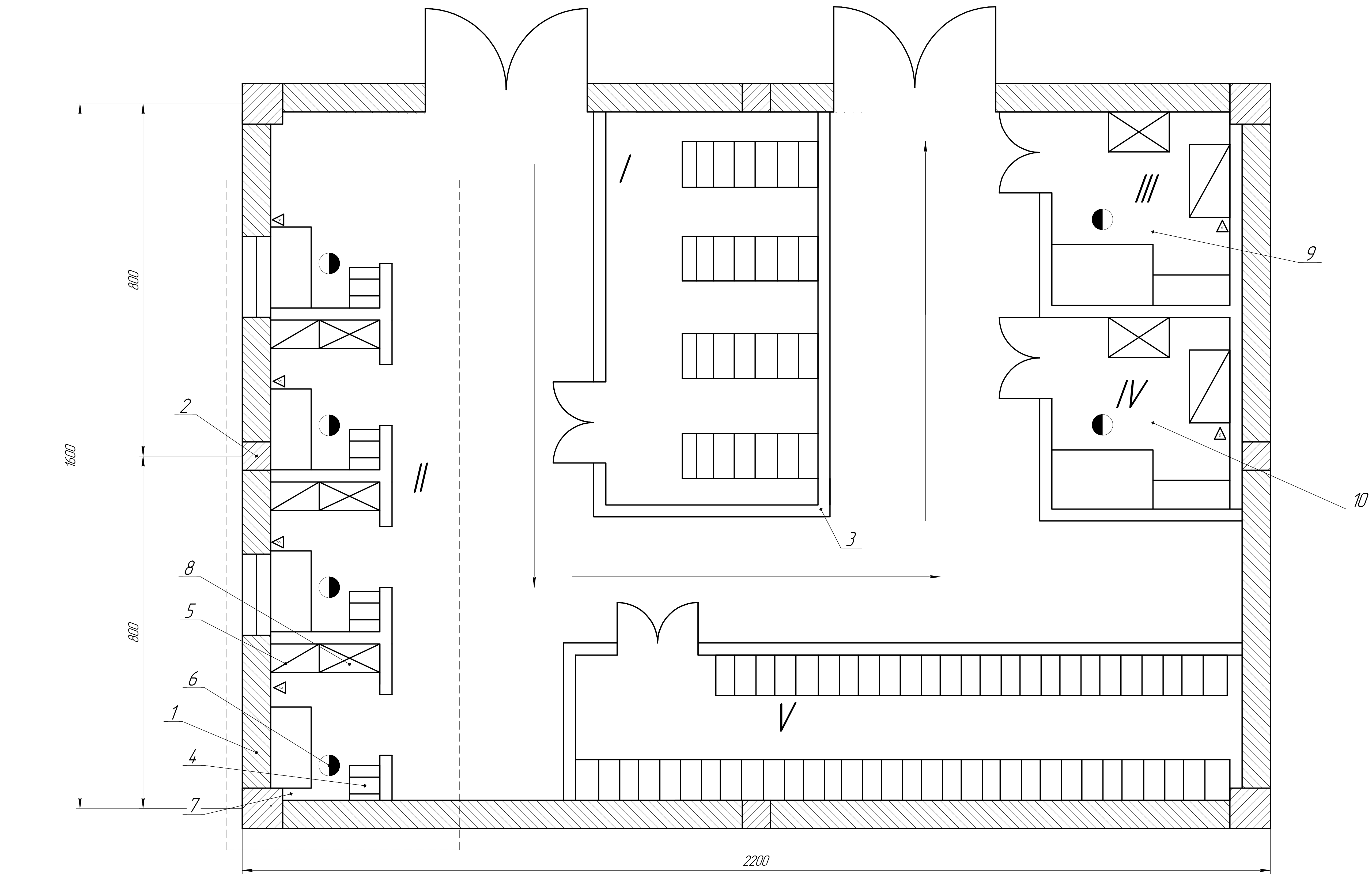
Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-сть	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			ДПБР.ПБ5107.0000.006 СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1		Балка нижня	1	
		2		Балка верхня	1	
		3		Колона ліва	1	
		4		Колона права	1	
		5		Колона середня	1	
		6		Основа	3	
		7		Фіксатор	2	
		8		Кронштейн-опора	1	
		9		Фіксатор висувний	2	
		10		Фіксатор вузла навіски	13	
		11		Фіксатор- лекало	1	
		12		Фіксатор	2	
		13		Штур технологічний	16	
		14		Плита	1	
		15		Кронштейн- опора	1	
		16		<u>Стандартні вироби</u>		
		17		Болт фундаментний	46	
				Болт стиковочний	8	
				ДПБР.ПБ4 105.1702.006 СК		
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Стапіль для складання крила	
Розробив	Карасьов П.І.					
Перевірив	Стельмах Н.В.					
Т. Контр.						
Н. Контр.						
Затверд.					Літера Аркуш Аркушів 1 2 НТУУ «КПІ», ПБФ	

[illegible]



			ДПБР.ПБ5107.1702.005					
			Стійка свердлильна			Лист	Маса	Масштаб
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист		Листов	
Разработ		Азараськов Г.И.						
Проект		Степелях Н.В.						
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								

[illegible]



Умовні позначення

→ Машрут руху заготовки

Позначення ділянок

- I - Склад деталей
- II - Ділянка складання виробів
- III - Місце для контролю профіля крила
- IV - Місце для контролю кута встановлення крила та оперення
- V - Склад готових виробів

Позначення елементів

- 1. Стіна капітальна
- 2. Колона
- 3. Перегородка
- 4. Стелаж інструментів
- 5. Стелаж складальних одиниць
- 6. Робоче місце складальника
- 7. Стіл ВТК
- 8. Стелаж для готових виробів
- 9. Контроль падіння тиску в системі
- 10. Контроль пвологостійкості

ДПБР.ПБ5107.1702.008							
Ділянка цеху складання дезліптного літального апарату				Лист	Масштаб	Масштаб	150
Ізв. Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Лист		Листов	
Разраб.	Хараськоб ПП					1	
Проб.	Степелях НВ						
Т.контр.							
Н.контр.							
Утв.							

ДПБР.ПБ5107.1702.007.02

Перв. примен.

Справ. №

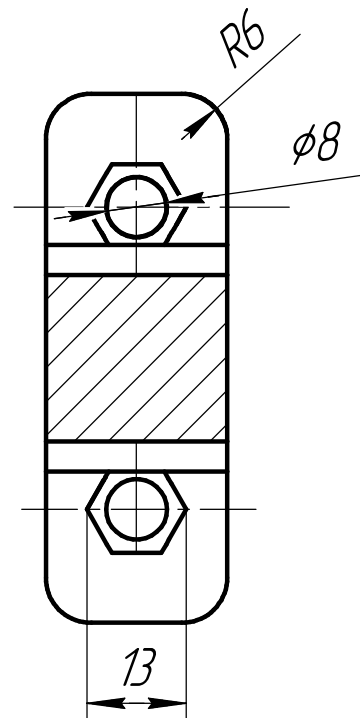
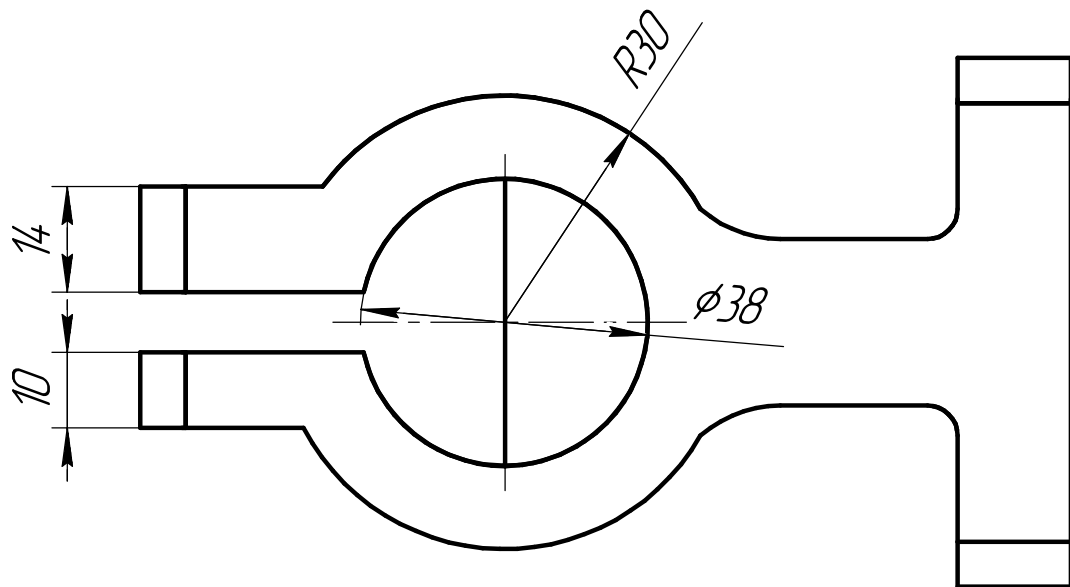
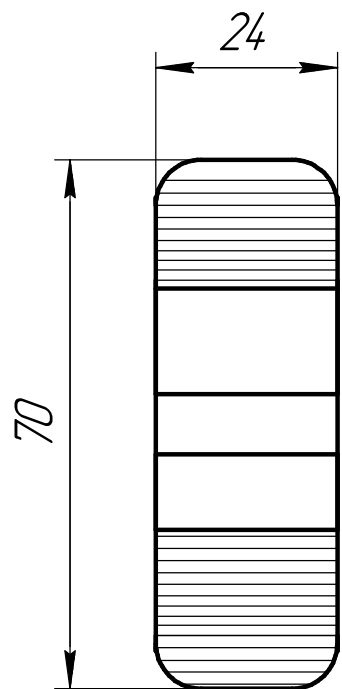
Подп. и дата

Инд. № дюрл.

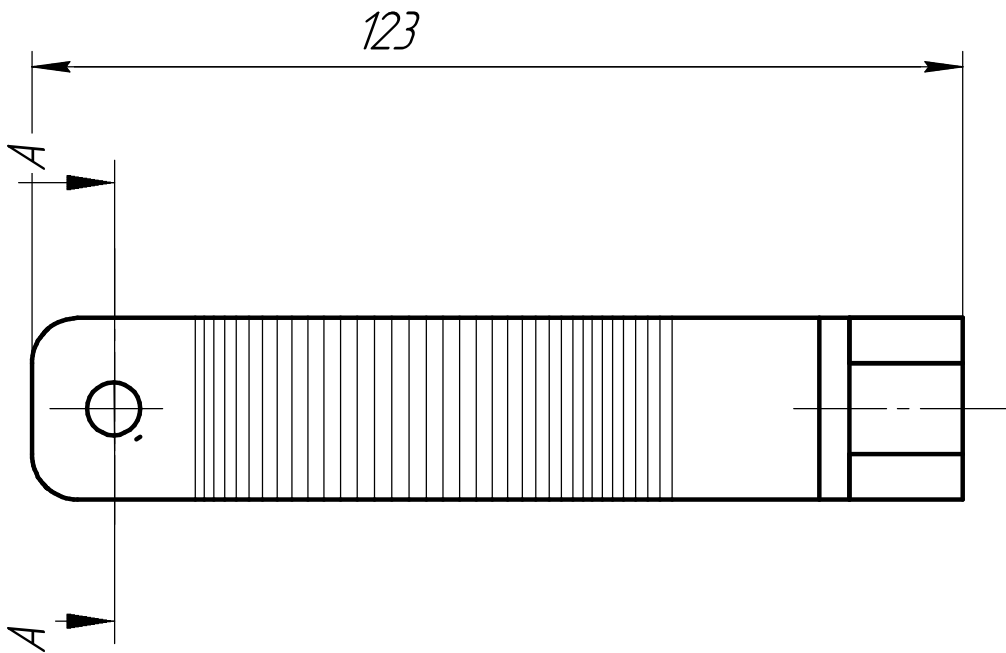
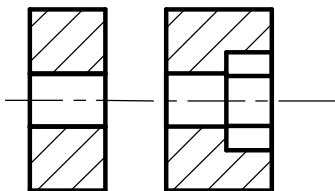
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.



A-A (2 : 1)



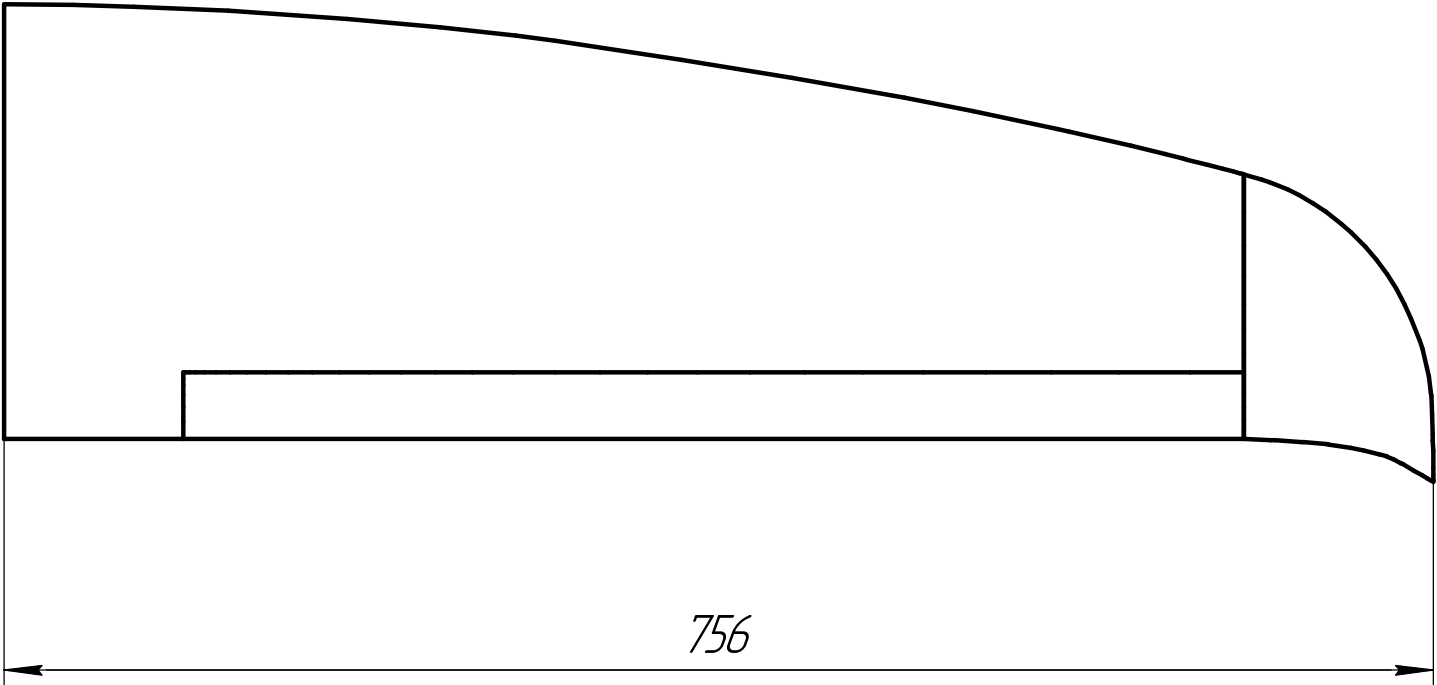
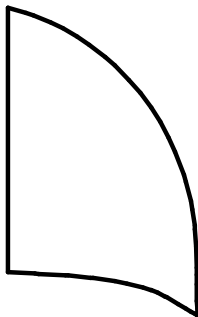
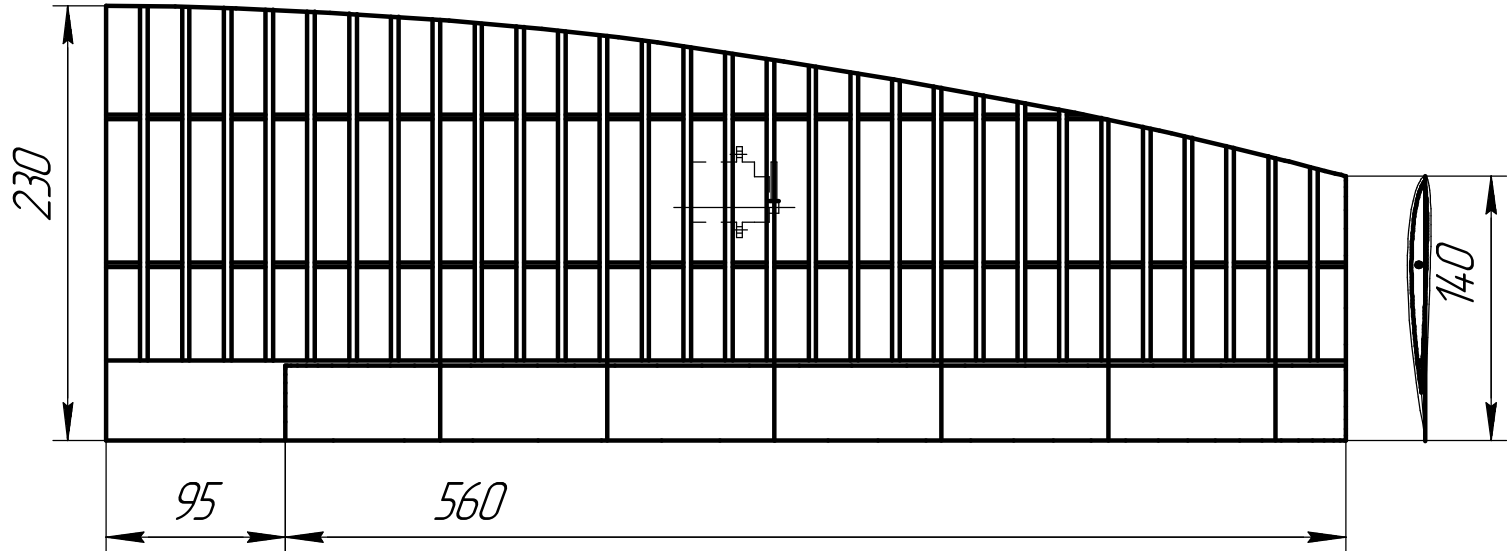
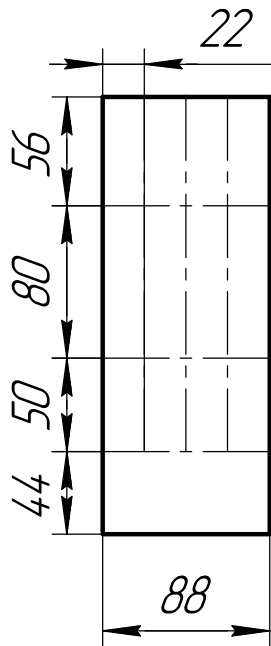
ДПБР.ПБ5107.1702.007.02					Зажим дремеля нижний		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Карасьов П.И.						1:1
Пров.	Степелях Н.В.				Лист	Листов	1
Т.контр.							
Н.контр.							
Утв.							

Копировал

Формат А3

Формат А3

Инв. № подл.		Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.
ДПБР.ПБ5107.1702.007							



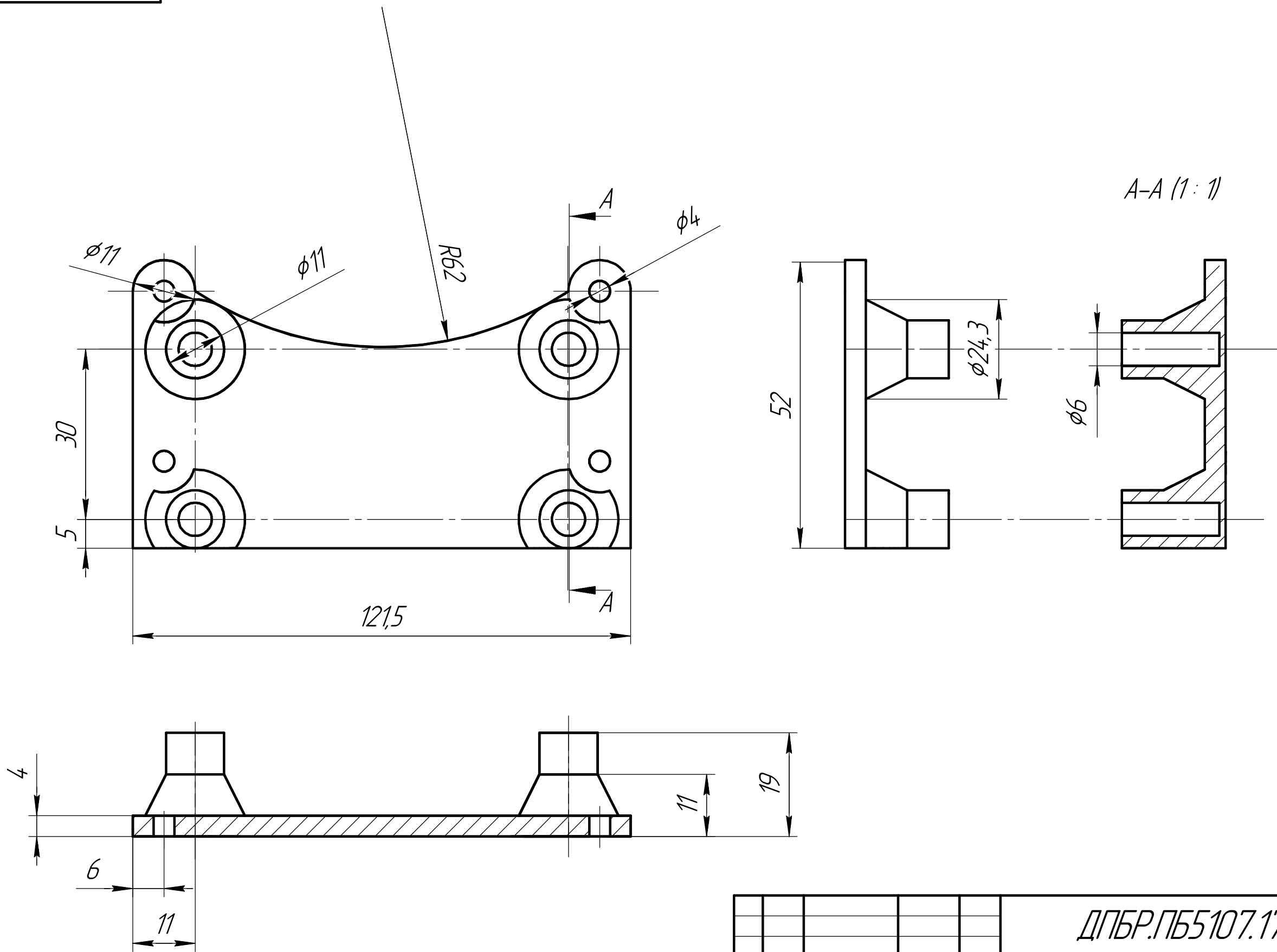
					ДПБР.ПБ5107.1702.007				
					Крыло СК	Лит.		Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					4:1
Разраб.		Карасьов П.И.							
Пров.		Стельмах Н.В.							
Т.контр.						Лист		Листов	1
Н.контр.									
Утв.									

[illegible]

Справ. №		Перв. примен.	
Инв. № подл.		Подп. и дата	
Взам. инв. №		Инв. № дубл.	
Подп. и дата		ДПБР.ПБ5107.1702.005	
Инв. № подл.		Подп. и дата	
Изм. / лист		№ докум.	
Разраб.		Карасьов П.И.	
Пров.		Стельмах Н.В.	
Т.контр.			
Н.контр.			
Утв.			
Подп.		Дата	
Кришка подшипника		ДПБР.ПБ5107.1702.005	
ABS пластик		Лит. Масса Масштаб	
		1:1	
		Лист Листов 1	

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.

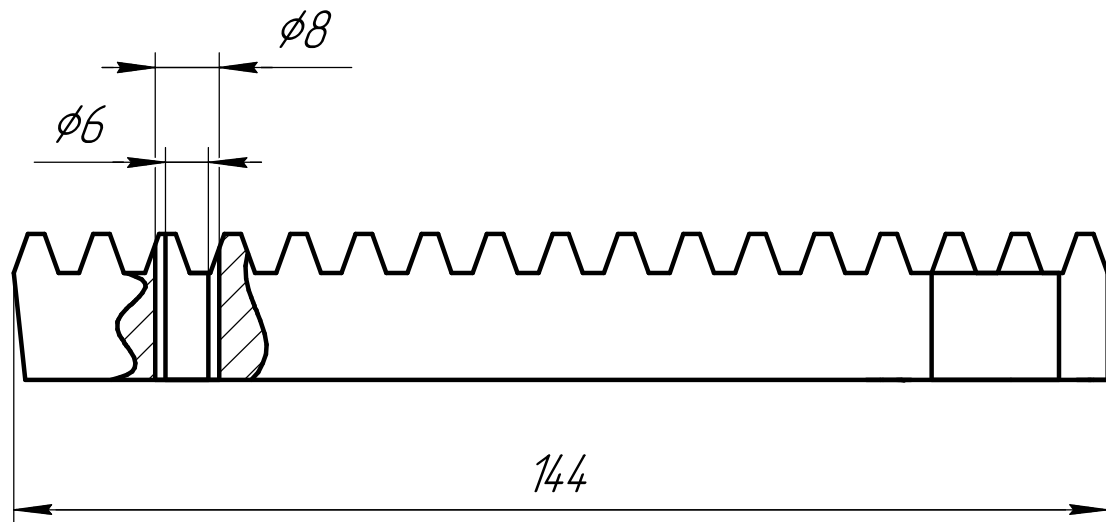
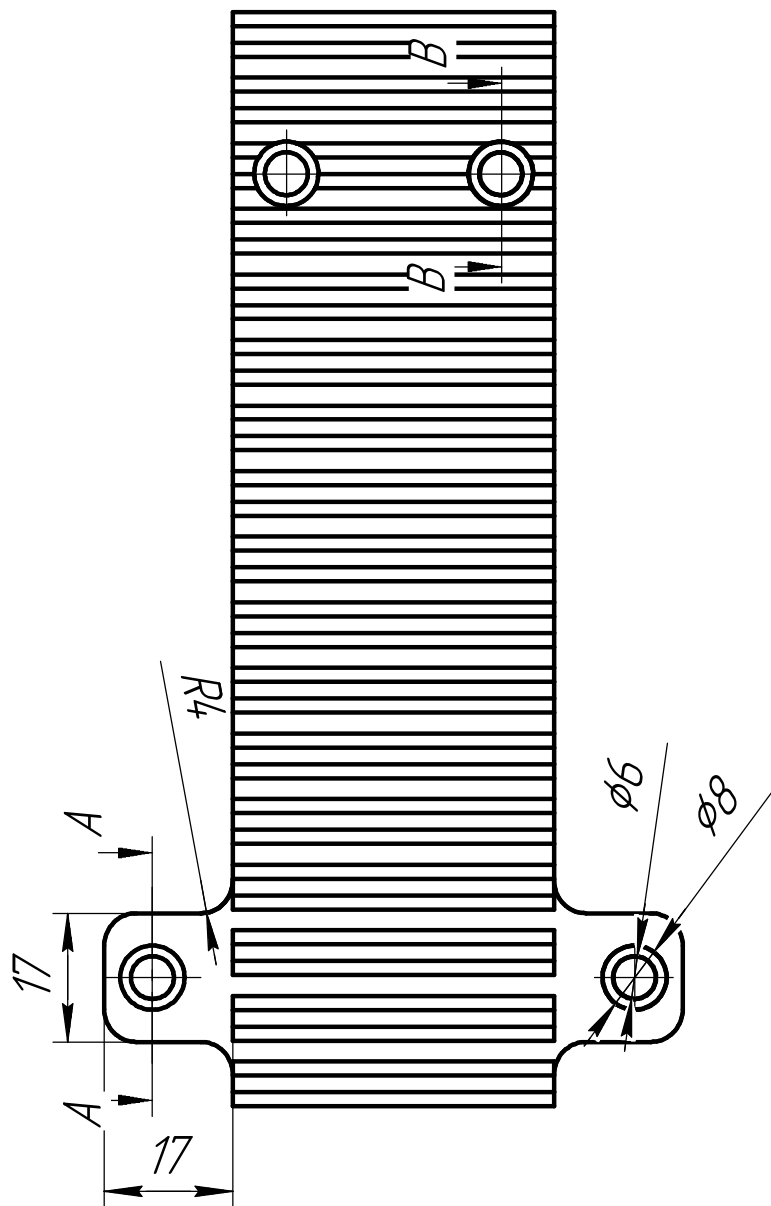
ДПБР.ПБ5107.1702.005.03



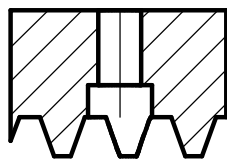
					ДПБР.ПБ5107.1702.005.03				
					Основа	Лит.		Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					1:1
Разраб.		Карасьов П.И.							
Пров.		Стедьмах Н.В.							
Т.контр.									
						Лист		Листов	1
Н.контр.					ABS пластик				
Утв.									

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дюрл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.

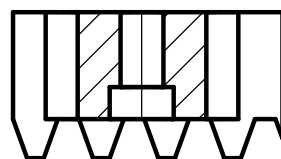
ДПБР.ПБ5107.1702.005.02



B-B (2 : 1)



A-A (2 : 1)



					ДПБР.ПБ5107.1702.005.02				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Планка	Лит.		Масса	Масштаб
Разраб.		Карасьов П.И.							1:1
Пров.		Степелях Н.В.							
Т.контр.						Лист		Листов 1	
Н.контр.					ABS пластик				
Утв.									

Справ. №		Перв. примен.	
Инв. № подл.		Подп. и дата	
Взам. инв. №		Инв. № дубл.	
Подп. и дата		ДПБР.ПБ5107.1702.005.04	
Инв. № подл.		Подп. и дата	
Изм. / лист		№ докум.	
Разраб.		Карасьов П.И.	
Пров.		Стельмах Н.В.	
Т.контр.			
Н.контр.			
Утв.			
Шестерня		Лит.	
ABS пластик		Масса	
		Масштаб	
		1:1	
		Лист	
		Листов	
		1	

Technical drawing of a gear. The drawing includes a side view and a front view. The side view shows a gear with a width of 30, a total height of 26, and a central hole with a diameter of 18. The front view shows a gear with an outer diameter of 80 and an inner diameter of 95. The gear has 12 teeth.